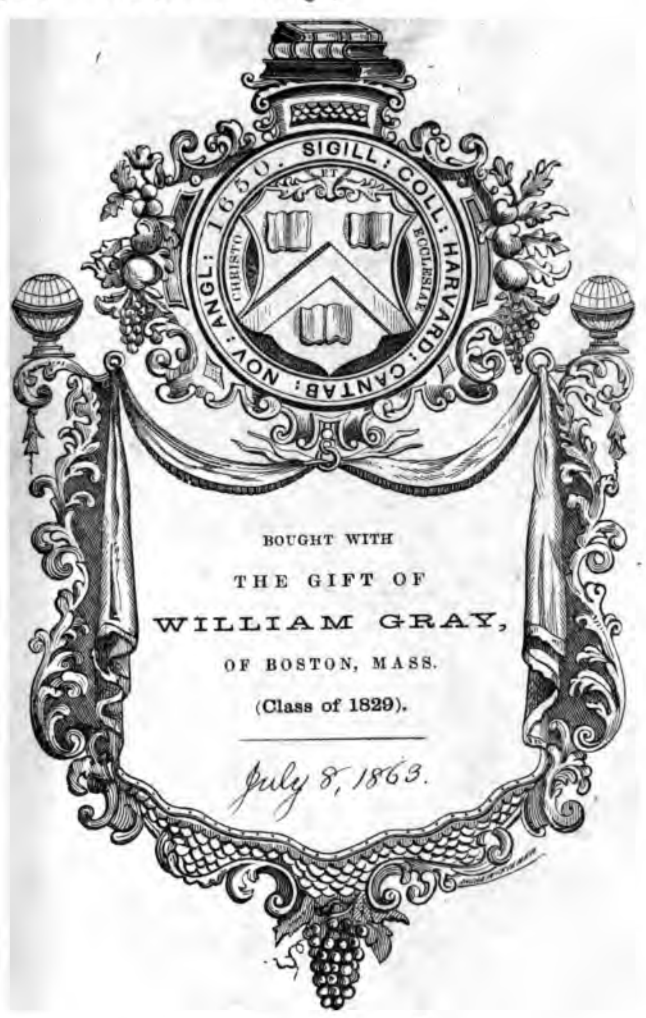
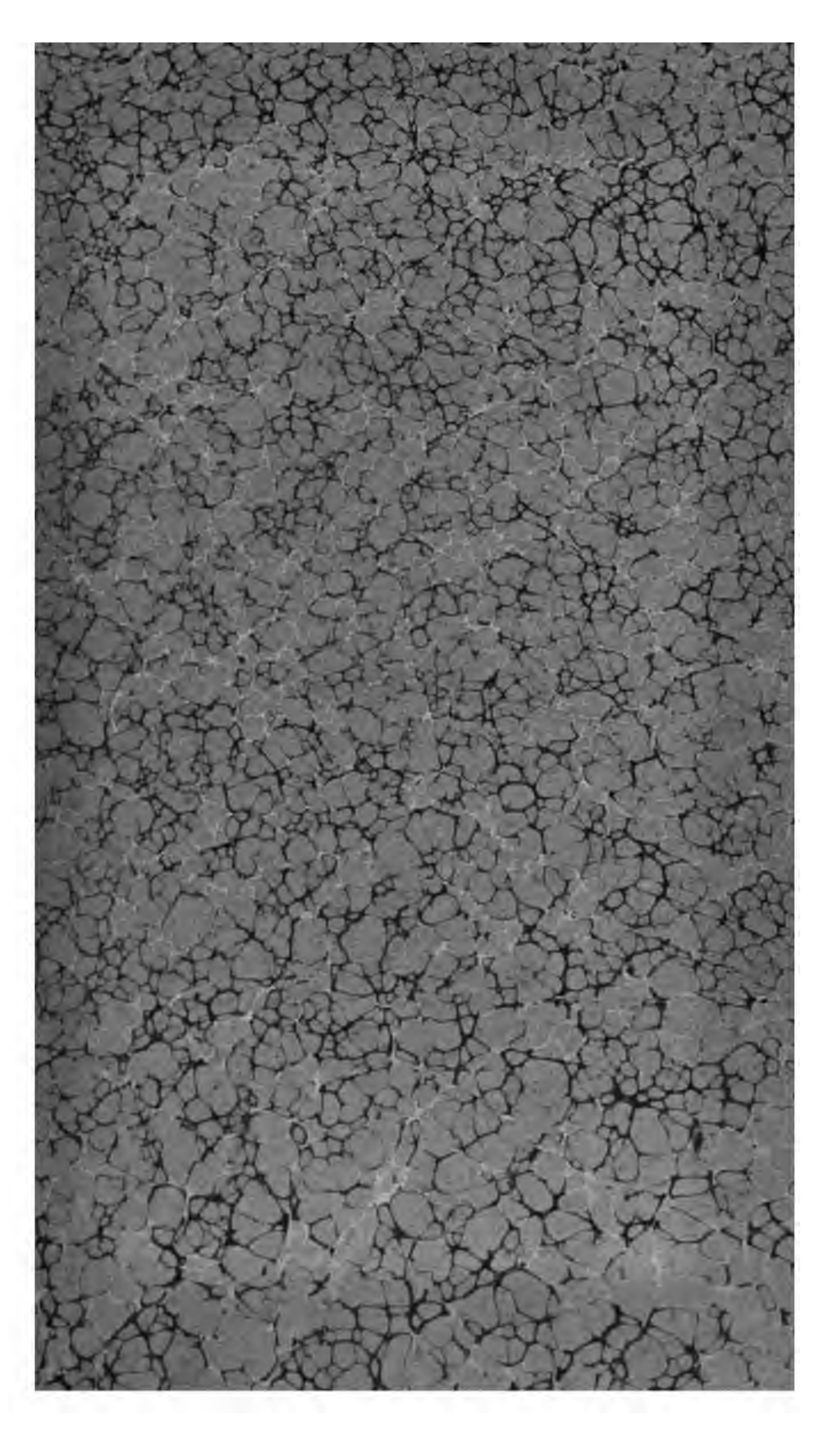



SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
BOUGHT WITH
THE GIFT OF
WILLIAM GRAY,
OF BOSTON, MASS.
(Class of 1829).
July 8, 1863.



NOUVEAU COURS

DE

MINÉRALOGIE.

TOME II.

NOUVEAU COURS

DE

MINÉRALOGIE

CONTENANT LA

DESCRIPTION DE TOUTES LES ESPÈCES MINÉRALES

AVEC LEURS APPLICATIONS DIRECTES AUX ARTS.

Par M. **DELAFOSSE**,

De l'Académie des Sciences de l'Institut impérial, Professeur de minéralogie au Muséum d'Histoire naturelle et à la Faculté des Sciences de Paris ; Membre de la Société Philomathique, et de la Société Géologique de France ; de la Société minéralogique d'Iéna ; Correspondant de la Société Linnéenne du Calvados ; de l'Académie de Reims et de la Société des sciences, arts et belles-lettres de Saint-Quentin.

TOME SECOND.

PARIS

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, 12.

1860.

NOUVEAU COURS

DE

MINÉRALOGIE.

LIVRE TROISIÈME.

CLASSIFICATION DES MINÉRAUX.

§ 1. *Idée générale des classifications en Histoire naturelle.*

Dans le premier volume de cet ouvrage, nous avons fait une étude générale et suffisamment approfondie des différentes propriétés, tant chimiques que physiques, des minéraux. Un minéral quelconque étant donné, nous sommes maintenant en état d'observer et de déterminer avec précision tous ses caractères, et, en faisant de ceux-ci une énumération complète, de décrire exactement le minéral, d'en former le signalement, et d'établir ce que l'on peut appeler sa caractéristique. Mais il ne suffit pas au minéralogiste de connaître chaque minéral isolément, de le considérer seulement en lui-même, sans aucun rapport avec les autres : il faut encore qu'il les étudie comparativement, qu'il les réunisse par groupes subordonnés, et les range dans un ordre méthodique et rationnel, propre à faire ressortir leurs différents degrés d'analogie ou de différence. Un pareil catalogue de toutes les espèces connues, semblable à la table raisonnée des matières d'un livre, est ce que l'on nomme la *Classification des minéraux*.

On distingue deux sortes de classifications en Histoire natu-

relle : 1° les *systèmes artificiels*, dont les divisions sont établies arbitrairement, non sur l'ensemble des propriétés des êtres, mais sur un petit nombre de leurs caractères, choisis parmi les plus tranchés et les plus apparents. Le but qu'on veut atteindre par un arrangement de cette espèce, n'est pas de disposer les corps dans l'ordre le plus propre à faire ressortir leurs rapports, mais seulement de faciliter aux personnes qui ignorent le nom d'un être placé sous leurs yeux, le moyen de le découvrir, dans le système, par l'examen de l'objet lui-même ; 2° les *méthodes naturelles*, dont les divisions successives sont fondées sur tous les caractères de quelque importance, et dans lesquelles les êtres sont classés de manière que ceux qui se ressemblent par le plus grand nombre de points, se trouvent le plus rapprochés. Une pareille méthode peut aussi servir à reconnaître un corps et à trouver son nom ; mais son principal avantage est de fournir une connaissance complète de chaque être, en le faisant envisager dans ses rapports avec tous les autres : les analogies et les différences qu'il offre avec eux se trouvant marquées par la place même qu'il occupe.

C'est vers l'établissement d'une méthode naturelle que doivent tendre tous les efforts des minéralogistes ; mais leurs essais en ce genre sont demeurés jusqu'à présent plus ou moins imparfaits, et ils le seront peut-être longtemps encore ; car, pour qu'une semblable méthode fût parfaite, il faudrait non-seulement connaître et apprécier exactement les rapports des êtres que l'on veut classer, mais encore pouvoir les exprimer tous, ce qui est absolument impossible, lorsqu'on s'en tient à un arrangement purement linéaire. Il ne peut donc point exister en minéralogie de méthodes qui soient parfaitement naturelles, à prendre ce mot dans toute sa rigueur ; mais il peut y avoir des méthodes qui se rapprochent plus ou moins de la vraie méthode naturelle. Celle-ci est l'idéal vers lequel tendent toutes les classifications modernes, qui se perfectionnent et avancent vers leur but final, à chaque pas que l'on fait faire à la science.

§ 2. *Notions de l'Espèce minérale.*

Quel que soit d'ailleurs le genre de classification que l'on adopte, il offrira toujours un échafaudage de divisions et de subdivisions successives, dont les supérieures contiennent les inférieures, comme dans une table de matières ; ces divisions,

que l'on distingue par des noms particuliers, tels que ceux de *classes*, d'*ordres*, de *tribus*, de *genres*, d'*espèces* et de *variétés*, se trouvent donc subordonnées les unes aux autres, et par suite de cette subordination, les corps compris dans l'un des groupes ont entre eux d'autant plus de ressemblance, que le groupe est moins élevé dans la série : car ils possèdent en commun, non-seulement les propriétés qui forment le caractère particulier de ce groupe, mais encore toutes celles qui caractérisent les groupes supérieurs auxquels il appartient. Il est donc clair que si l'on parcourt, en descendant, l'échelle de ces divisions successives, on finira bientôt par en atteindre une qui ne contiendra plus que des corps d'une ressemblance presque parfaite, qui s'accorderont du moins en tout ce qui constitue la véritable essence de ces corps.

Cette division fondamentale, qui est le point de départ de toutes les autres, est celle qui porte la dénomination d'*Espèce*. Ce n'est pas le dernier terme où s'arrêtent toutes les distinctions possibles entre les êtres que l'on considère : car il y a encore au-delà, des variétés et des sous-variétés; mais c'est le terme où finissent toutes les distinctions essentielles. L'Espèce est donc la principale unité systématique.

Si nous appliquons maintenant ces idées générales à la Minéralogie, la première chose que nous aurons à faire sera de rechercher quel est le fondement le plus rationnel de l'*Espèce minérale*. Dans les règnes organiques, l'Espèce a pour fondement un type déterminé d'organisation, qui se retrouve le même, qui se répète fidèlement dans un grand nombre d'êtres particuliers, qu'à cause de cela nous regardons comme des individus semblables. Dans le règne minéral, l'espèce a de même pour base un type défini de composition atomique, tout aussi constant, tout aussi bien déterminé que les types des espèces organiques; un type qui se retrouve le même dans les molécules de beaucoup de corps, et se reproduit toujours sans altération chaque fois que des atomes de même nature se rencontrent et réagissent les uns sur les autres dans les mêmes circonstances. Nous ne faisons que répéter ici ce que nous avons déjà dit ailleurs (1er vol. pag. 10 et suivantes), lorsque, par anticipation, nous cherchions à nous convaincre, à l'aide du raisonnement, de l'existence réelle des *individus* et des *espèces* en minéralogie. Ce que nous avons ajouté plus loin (pag. 483), sur l'importance des types moléculaires, sur les différences de ces

types, non pas seulement chimiques, mais encore mécaniques et géométriques tout à la fois, ne peut laisser aucun doute sur la valeur des propositions suivantes.

L'individu en minéralogie est, théoriquement parlant, la molécule physique ou le groupe atomique, de type déterminé, qui joue le rôle d'élément dans les masses minérales; autant il existe de types moléculaires différents, autant on doit admettre d'espèces différentes d'individus. Mais les molécules physiques n'étant jamais isolées, et se répétant toujours en grand nombre pour former par aggrégation des masses minérales d'un volume sensible, on est amené naturellement dans la pratique à transporter le nom d'individus à ces masses elles-mêmes; et alors c'est l'identité de molécules qui doit établir entre deux masses minérales, entre deux individus *minéralogiques*, l'identité d'espèce.

§ 3. *Des règles de la spécification en Minéralogie.*

C'est ainsi que raisonnait Haüy, lorsque dans son ouvrage il établissait les règles de la spécification des minéraux, et posait les bases de la science, qui, jusque-là, n'avait eu aucun principe pour diriger sa marche. En effet, il est le premier auteur qui ait donné une définition précise de l'espèce, et fixé les caractères qui doivent établir l'identité du minéral; et il l'a fait avec tant de bonheur, qu'aujourd'hui encore, malgré les progrès réels de la science et les principes nouveaux dont elle s'est enrichie depuis la mort du célébre minéralogiste, nous ne trouvons rien à ajouter ni à retrancher aux règles qu'il a établies. J'entends ici les règles qu'il a posées tout d'abord dans la première édition de son livre, où il assigne à l'espèce un double caractère, et insiste sur la nécessité du concours, et d'un concours égal, de la chimie et de la cristallographie; je ne parle pas de ces principes auxiliaires et de ces règles en quelque sorte provisoires, auxquels il s'est permis par la suite d'avoir recours, dans les cas seulement où il lui paraissait que la chimie était en retard et n'avait pas dit encore son dernier mot.

Selon Haüy, l'espèce minérale est la collection de tous les individus inorganiques, dont les molécules physiques sont en tout point semblables, c'est-à-dire de même forme et de même composition atomique : elle a donc deux caractères fondamentaux

d'une égale importance, dont l'un est la composition atomique, que l'on déduit de l'analyse chimique, et l'autre est la forme de la molécule physique, ou, ce qui en est l'équivalent, la forme cristalline. Mais ici une observation est nécessaire.

On se rappelle ce que nous avons cherché à établir dans le volume précédent (page 16), que les minéraux sont constitués généralement de manière que leurs atomes élémentaires sont d'abord combinés entre eux par affinité réciproque en une première molécule, que nous avons appelée *molécule chimique*, de type et de forme parfaitement définis; et qu'ensuite, dans le plus grand nombre des cas, ces molécules chimiques sont groupées de nouveau par petits nombres pour former une seconde espèce de molécule, tout aussi bien déterminée de forme que la première, et qui est la véritable *molécule physique*. Il y a donc, dans les minéraux, deux points fixes différents, auxquels on peut s'arrêter, pour faire de l'un d'eux la base de l'espèce; et, par conséquent, on conçoit comme possibles deux sortes d'espèces : une *espèce* purement *chimique* (fondée uniquement sur l'identité de la molécule chimique ou de substance), et une *espèce* physico-chimique ou *minéralogique*, fondée sur l'identité de la molécule physique, et partant sur l'identité de la composition chimique et de la constitution physique tout-ensemble.

Or, c'est en effet ce que nous apprend l'histoire de la science: l'espèce minérale a été faite tantôt d'une manière, et tantôt de l'autre. Les chimistes, se préoccupant avant tout de la composition chimique, ont considéré comme étant de même espèce tous les corps dont la molécule chimique était la même, faisant bon marché de toutes les modifications qui pouvaient avoir lieu en dehors de cette première molécule. Les minéralogistes, au contraire, en leur double qualité de physiciens et de naturalistes, ont attaché avec raison une très-grande importance aux différences de la constitution physique des minéraux, et pour eux le caractère de l'espèce réside dans la molécule physique, ou, ce qui revient au même, dans l'identité de constitution physique, laquelle entraîne nécessairement l'identité de la composition chimique elle-même. Dans cette divergence d'opinions entre les chimistes et les minéralogistes, il n'y a rien qui doive surprendre : on conçoit très-bien que les deux sciences gardent chacune leur point de vue particulier, et qu'en même temps elles puissent parfaitement s'entendre, en tenant compte de la différence des points de départ.

Ainsi donc, c'est l'identité complète de constitution moléculaire qui peut seule établir le fondement de l'espèce minéralogique, non-seulement l'identité de la molécule chimique, mais encore celle de la molécule physique. Or, la ressemblance de la composition chimique nous est indiquée par l'analyse; celle de la constitution physique nous est accusée ensuite par la forme cristalline : car, l'observation prouve constamment que, quand les deux caractères fondamentaux s'accordent dans deux minéraux, le même accord a lieu pour toutes les autres propriétés essentielles, pour toutes celles qui dérivent de la structure et de la constitution moléculaires, comme la densité, la dureté et les caractères optiques. Donc, Haüy a eu raison de définir l'espèce : l'ensemble des minéraux qui ont à la fois même composition chimique et même forme cristalline.

De cette définition, il résulte évidemment que l'analyse chimique ne peut pas caractériser seule la nature d'un minéral : car elle ne nous apprend rien de sa constitution physique, et, bien plus, elle ne nous fait connaître sa composition atomique elle-même que d'une manière relative, puisqu'elle ne va pas jusqu'à déterminer le véritable type de la molécule chimique. D'un autre côté, la forme cristalline peut bien nous représenter jusqu'à un certain point la disposition relative des atomes; elle peut même dépendre en partie de leur nombre; mais elle ne nous dit rien de leur nature, qui cependant exerce une influence sensible sur les propriétés du minéral : par conséquent, l'intervention de la chimie est nécessaire pour compléter la connaissance de l'Espèce. Il faut donc faire concourir à sa détermination les deux caractères; il nous semble impossible de ne pas admettre une conséquence aussi logique. Aussi, regardons-nous le principe posé par Haüy comme définitivement acquis à la science, et comme devant désormais servir de point de départ à toute classification qui aura des prétentions au titre de méthode naturelle.

§ 4. *La définition de l'espèce donnée par Haüy a-t-elle reçu quelque atteinte, par suite de la découverte des faits de l'isomérie, du dimorphisme et de l'isomorphisme ?*

Les nouveaux faits, introduits dans la science depuis l'époque de Haüy, ne sont aucunement contraires à cette règle de spécification. Celui de l'isomérie lui est tout-à-fait favorable : car c'est

précisément en s'appuyant sur des modifications du genre de celles qu'on a plus tard appelées *isomériques*, sur des changements intra-moléculaires, ou, comme il le disait, sur les différences de rôle que les mêmes atomes lui paraissaient pouvoir jouer dans des corps de même composition apparente, que Haüy fondait la nécessité d'adjoindre la forme cristalline à la composition chimique, comme second caractère spécifique. On peut voir dans sa longue controverse avec les chimistes au sujet du calcaire et de l'arragonite, qu'il avait prévu le fait de l'isomérie, que les chimistes n'ont reconnu et proclamé que beaucoup plus tard ; et dans ce qu'il en dit, on trouve bien réellement la chose même, moins le mot; puisqu'il admet dans ces deux espèces une même composition chimique avec des molécules et des propriétés physiques différentes. Ainsi donc, dans les cas d'isomérie proprement dite, et aussi dans ceux de l'allotropie, qui n'est pas autre chose que l'isomérie des substances réputées simples, la définition de l'Espèce, donnée par Haüy, s'applique tout naturellement ; les corps étant alors constitués physiquement d'une manière différente, ne peuvent pas être de la même espèce ni pour le physicien ni pour le naturaliste ; et l'on doit les séparer et les distinguer par des noms différents : c'est ce qui a lieu à l'égard du diamant et du graphite, bien que ces corps soient l'un et l'autre composés de carbone pur.

Le fait de l'isomérie ne pouvant en aucune manière faire obstacle à l'application de la règle, il doit en être de même de celui du dimorphisme ou polymorphisme, que quelques personnes ont prétendu opposer à la méthode de Haüy ; car, comme nous le croyons, et comme le pensent aussi beaucoup de minéralogistes et de chimistes, les faits d'ailleurs peu nombreux, qu'on a voulu désigner par ce nom, ne sont que des cas particuliers d'isomérie (voyez 1er vol. p. 508), et ne constituent par conséquent qu'un faux polymorphisme, un polymorphisme purement apparent. Au fond, c'est un véritable *hétéromorphisme*, conséquence d'une diversité de constitution moléculaire qu'accompagne encore une même composition relative.

Il n'y aurait qu'un dimorphisme *réel* qui pût faire difficulté, et nécessiter peut-être quelque modification au principe de Haüy : et par dimorphisme réel, nous entendons ici le cas de deux minéraux qui ayant à la fois mêmes molécules chimiques et mêmes molécules physiques, cristalliseraient malgré cela dans des systèmes différents. Mais rien ne prouve encore qu'il puisse en être

ainsi; jusqu'à présent donc c'est là un cas purement hypothétique, et j'ajoute fort peu probable; et, en attendant qu'on fournisse la preuve de sa réalité, il n'y a rien à changer à la définition de Haüy. Ce qui montre d'ailleurs de la manière la plus manifeste la solidité de son principe, c'est que les minéralogistes qui sembleraient le plus enclins à admettre pour certains cas un dimorphisme réel, n'en continuent pas moins d'établir dans chacun de ces cas la distinction des espèces, conformément à l'ancienne règle.

Quant à l'isomorphisme, cet autre principe qui est aussi venu enrichir la science depuis les grands travaux de Haüy, il est évident qu'il n'a rien de contraire à la règle qu'il a posée, puisqu'il ne suffit pas que deux minéraux aient la même forme pour être de la même espèce, et qu'il faut encore qu'ils s'accordent sous le rapport de la composition. Ainsi, dans les cas d'isomorphisme apparent ou purement géométrique (comme celui du diamant et du spath fluor), et dans ceux d'isomorphisme proprement dit (comme celui des carbonates rhomboédriques), la différence des compositions chimiques nécessitera toujours la séparation des corps en plusieurs espèces.

J'ai dit ailleurs, en parlant du principe de l'isomorphisme (1[er] vol., p. 311), que sa découverte avait aussi donné lieu à d'injustes attaques contre la méthode de Haüy; quelques savants ont pris occasion de là pour prédire la ruine complète de cette méthode, prétendant que la minéralogie venait d'être à jamais replacée sous l'empire de la chimie. C'est qu'ils jugeaient mal la valeur et la portée du nouveau principe, qui par sa nature était bien plus propre à rapprocher les deux sciences qu'à les diviser, puisqu'il ne faisait qu'établir entre la composition chimique et la forme cristalline, une corrélation telle que le chimiste et le cristallographe peuvent, dans beaucoup de cas, contrôler leurs résultats les uns par les autres.

§ 5. *De certaines idées qui parfois ont guidé Haüy dans les applications de sa méthode.*

Nous devons, au reste, faire remarquer ici que ces vives attaques, dont la découverte de l'isomorphisme a été le signal, n'atteignaient qu'indirectement les principes de classification de Haüy, et portaient bien plutôt contre la manière dont ce savant croyait pouvoir les appliquer dans certains cas. Nous sommes obligés de

le reconnaître : Haüy, qui avait si bien établi les bases de la philosophie minéralogique, et démontré la nécessité du concours des deux sciences, en assignant à l'espèce minérale son double caractère, a souvent, dans l'application, dévié de ses propres principes, mais comme forcé par les circonstances, et comme par mesure provisoire. Tout en désirant que les recherches relatives aux deux caractères conspirassent également vers le même but, il ne croyait pas que, pour l'atteindre ou du moins pour en approcher, les deux sciences dussent toujours marcher ensemble; il pensait que l'une d'elles pouvait, en devançant l'autre, indiquer des réunions et des séparations, que celle-ci viendrait confirmer par la suite en achevant de compléter les déterminations.

Pour les séparations, cela se conçoit sans peine : car, puisque l'accord dans les deux caractères fondamentaux est nécessaire, il suffit que l'un d'eux se montre bien positivement en désaccord dans les minéraux que l'on compare, pour qu'on soit en droit de dire qu'il n'y a pas entre eux identité. Mais pour les réunions, on ne voit pas comment un des deux caractères pourrait devenir suffisant, après tous les raisonnements que nous avons faits pour établir la nécessité de leur concours. Aussi est-ce là, il faut l'avouer, le côté faible de la méthode de Haüy, telle que dans la pratique elle était devenue entre ses mains, c'est-à-dire, envisagée non pas en elle-même dans ses règles fondamentales, mais seulement dans quelques-unes des applications prématurées qu'il en a faites.

Toujours est-il que Haüy s'est créé un principe auxiliaire, qui lui servait dans certains cas à aller au-devant de la détermination chimique, lorsqu'elle lui paraissait en retard, bien que ce principe ne fût pas une conséquence rigoureuse de sa définition de l'espèce, et que l'expérience ne l'eût pas suffisamment démontré. Ce principe était que deux minéraux de composition différente ne pouvaient avoir la même forme, à moins que ce ne fût une de ces formes régulières, uniques chacune en son genre, telles que le cube, l'octaèdre régulier, le dodécaèdre rhomboïdal, et qu'il appelait *formes limites*. C'est, nous devons en convenir, sans raisons bien valables, que Haüy en était venu à se persuader de la vérité de cette proposition. La découverte de l'isomorphisme a fait voir ce qu'il y a d'inexact dans son assertion, beaucoup trop affirmative : elle ne l'a pas complètement détruite, comme on l'a souvent répété; mais elle a montré que les formes de deux espèces différentes pouvaient se ressembler assez, pour que la différence de leurs angles fût très-petite et dif-

facile à saisir, et elle a laissé entrevoir la possibilité d'une identité parfaite entre les deux formes, sous la condition d'une certaine température dans les deux substances cristallisées.

Dans les cas de ce genre, Haüy, préoccupé de ce principe secondaire dont nous venons de parler, se hâtait de conclure à l'identité de la composition essentielle, et il rejetait les différences qu'offraient les analyses, soit sur l'imperfection de leurs résultats, soit sur des particules étrangères, qu'il supposait accidentellement mêlées avec la substance, et seulement interposées entre les lames de ses cristaux.

Quoique un peu hasardées, ces opinions de Haüy étaient assez plausibles à l'époque où il cherchait à les faire prévaloir; et ce n'est qu'après la découverte de l'isomorphisme que les minéralogistes en ont reconnu l'inexactitude. La plupart des difficultés qui tenaient aux variations des analyses, et que Haüy avait cherché à lever par son principe subsidiaire, sont tombées d'elles-mêmes, puisqu'il est constant aujourd'hui que les substances que Haüy regardait comme accidentelles, font le plus souvent partie intégrante du cristal, qui dans ce cas est composé de molécules isomorphes de différentes natures; la manière de raisonner du célèbre cristallographe, dans les cas de ce genre, n'avait donc point de fondement réel. C'est là la seule brèche que l'isomorphisme ait faite, non pas aux bases véritables de la méthode de Haüy, car elles sont restées intactes, mais aux idées ou principes accessoires, qui parfois le guidaient dans les applications de cette méthode, surtout vers la fin de sa carrière.

J'ai dit tout-à-l'heure que, pour les séparations à établir entre les minéraux que l'on compare, un seul des caractères fondamentaux pouvait suffire, soit le caractère chimique, soit le caractère cristallographique. Je dois cependant faire remarquer ici que, si l'on se borne à un seul caractère, pour établir une différence d'espèce entre deux minéraux, il faut pouvoir prononcer avec certitude sur la valeur de ce caractère, qui ne doit pas être la même dans les deux corps, et par conséquent il faut que l'on soit parfaitement sûr de sa détermination dans l'un comme dans l'autre. Or, l'expérience est là pour prouver que la chimie, et tout aussi bien la cristallographie, quand elles ont été abandonnées à elles-mêmes sans moyens de contrôle réciproque, sont tombées fréquemment dans des erreurs. On n'est bien sûr d'un caractère que quand sa détermination a été souvent répétée, et surtout contrôlée par des observations d'un autre genre, avec lesquelles le

premier caractère a une relation intime et nécessaire. Or, ce n'est pas un des moindres bienfaits de la découverte de l'isomorphisme, que d'avoir établi un lien de cette espèce entre la forme cristalline et la composition atomique, une relation nouvelle qui permet maintenant au chimiste et au cristallographe de se prêter mutuellement secours, et de contrôler leurs déterminations l'une par l'autre.

§ 6. *Des principes par trop exclusifs de l'école des naturalistes purs.*

Nous venons de voir que la méthode de Haüy, bien comprise, exige dans l'établissement d'une espèce, le concours des deux principaux caractères des minéraux, et les admet tous deux au même titre.

Ce n'est qu'en s'écartant des principes qu'il avait posés lui-même, et comme entraîné par une sorte de prédilection pour la science qu'il avait créée, que Haüy a fini par accorder dans la pratique, la prééminence au caractère de la forme, ce qui tendait à dénaturer sa méthode et à en faire un système cristallographique pur. Il n'est jamais allé toutefois jusqu'à prononcer l'exclusion absolue du caractère chimique, comme l'a fait Mohs en Allemagne.

Ce célèbre minéralogiste soutenait que l'on doit décrire les minéraux à l'aide des seuls caractères tirés de leur état naturel et qui leur appartiennent en propre, comme on décrit les animaux et les plantes; à ses yeux, les caractères chimiques n'étaient pas des caractères *naturels* (naturhistorische), parce qu'ils ne prennent naissance et n'apparaissent que pendant ou après la destruction de l'être, et qu'ils ne sont point au nombre de ses propriétés essentielles et intrinsèques. Ce raisonnement, sans doute, est fort spécieux : avec tous les développements que Mohs a su lui donner, il offre une thèse importante en faveur des naturalistes contre les partisans de la méthode chimique pure. Mais, en y réfléchissant, on s'aperçoit bientôt que le savant allemand a poussé jusqu'à l'exagération la rigueur de son principe, quand il a exclu tout ce qui a rapport à la composition élémentaire.

Ce type moléculaire, qui selon nous est le véritable fondement de l'espèce, est tout aussi physique que chimique : il tomberait sous nos sens, aussi bien que les types d'organisation des animaux ou des plantes, si nous avions des organes assez délicats

pour les saisir, ou des instruments assez puissants pour nous les rendre perceptibles. Si dans l'étude de ces types moléculaires, nous avons recours à l'analyse, c'est pour suppléer à ce que l'observation directe ne peut nous apprendre. Mais l'inconnu que nous poursuivons ainsi, n'en est pas moins quelque chose de réel et d'actuellement existant, qui, loin de résulter de la destruction du minéral, disparaît au contraire au moment de la décomposition chimique. Mohs a voulu assimiler la minéralogie à la zoologie, en disant que le zoologiste détermine les espèces animales, sans commencer par les détruire, d'après les seuls caractères qui leur sont inhérents, et que la raison prescrit au minéralogiste d'agir de même : mais cette assimilation manque de justesse. Si le zoologiste doit en effet se garder de mutiler l'être qu'il cherche à connaître, le minéralogiste peut bien, sans nul inconvénient, détacher une simple parcelle du minéral à déterminer, et nous avons vu que cela suffisait en général pour l'épreuve chimique. En opérant ainsi, il parviendra plus rapidement au but, et remplira son objet d'une manière plus complète.

Nous devons faire remarquer cependant que Mohs, en se privant du secours de la chimie, est arrivé à déterminer les espèces de telle façon, que ses déterminations concordent généralement avec celles de la méthode physico-chimique : c'est qu'il les fonde sur l'accord constant et rigoureux de trois au moins des principaux caractères physiques : la *forme cristalline*, la *dureté* et la *densité;* et, pour le dire en passant, ce n'est pas là un principe nouveau : c'est celui qu'avait établi avant lui un minéralogiste français, Romé de l'Isle (1). Si, comme on vient de le voir, Mohs et les disciples de son école se sont montrés beaucoup trop exclusifs, les chimistes, de leur côté, n'ont pas manqué de prendre leur revanche, en essayant de donner pour base à la minéralogie un système purement chimique. Haüy, par sa méthode également éloignée de ces deux extrêmes, nous paraît s'être rapproché beaucoup plus de la nature, et sa règle de spécification est encore la plus rationnelle et la plus satisfaisante de toutes celles qui ont été formulées jusqu'à présent.

(1) D'après Romé de l'Isle et Mohs, l'accord dans la forme cristalline, la dureté et la densité, suffit pour faire admettre l'identité d'espèce. Haüy la constate par l'accord dans la forme cristalline et la composition chimique, accord qui entraîne toujours la ressemblance dans les deux autres caractères spécifiques, la dureté et la densité. On voit pourquoi les minéralogistes des deux écoles doivent se rencontrer dans les résultats de leurs déterminations.

§ 7. *Des difficultés que l'on rencontre dans l'application de la règle. — Des variétés mélangées.*

Dans l'application de cette règle, on rencontre quelques difficultés qui proviennent de ce qu'un minéral n'est pas toujours pur, c'est-à-dire composé dans toute sa masse d'une seule sorte de molécules, comme le suppose la définition de l'espèce. Cette masse offre souvent un aggrégat de molécules diverses, et par conséquent un mélange de plusieurs espèces minérales, puisque c'est la diversité des molécules qui constitue réellement la différence des espèces. Dans le cas très-fréquent où le mélange a eu lieu, d'une manière tout-à-fait accidentelle, entre une première sorte de molécules qui a cristallisé toute seule, et une autre espèce de molécules qui ne ressemble en rien à la première, et qui se trouve simplement interposée dans les mailles du réseau formé par celle-ci, ce sont les premières molécules, auxquelles seules est due la cristallisation, et qui, d'ordinaire, sont en quantité prédominante, qui déterminent l'espèce à laquelle le mélange devra être rapporté; ce mélange y figurera comme variété particulière, avec un nom distinct, indiquant la nature de la substance accidentelle. Ainsi, les cristaux en rhomboèdres aigus, formés au milieu des sables de la forêt de Fontainebleau, et qu'on désignait autrefois par le nom de *grès cristallisé de Fontainebleau*, n'étant rien autre chose que des cristaux de calcaire spathique avec des molécules de silice ou de quarz, interposées entre leurs lames, doivent être classés dans l'espèce calcaire, comme variété impure ou de mélange, sous le nom de *Calcaire quarzifère*. Dans tous les cas donc où il y aura une prédominance marquée, soit de rôle, soit de proportion, dans une des sortes de molécules composant la masse, on agira de la même manière que dans le cas particulier dont nous venons de parler.

Il est, on se le rappelle, un genre de mélanges très-différent de celui qui précède, et dont tous les éléments constituants font partie du cristal, quand la masse offre une structure régulière : ce sont les mélanges de molécules ou de composés isomorphes. Le carbonate de chaux, qui cristallise en rhomboèdres obtus de 105° 5', est souvent mélangé de carbonate de magnésie, ou de carbonate de fer, de carbonate de manganèse, etc., dont les molécules font partie intégrante du cristal même : dans ce cas

encore, on agira comme précédemment, si le carbonate de chaux prédomine d'une manière notable dans le mélange; et c'est ainsi qu'on aura, dans l'espèce calcaire, comme variétés mélangées : des *Calcaires magnésifères*, des *Calcaires ferrifères*, des *Calcaires manganésifères*, ou *ferro-manganésifères*, etc.

Mais il est une circonstance qui peut devenir embarrassante dans certains cas : c'est que les mélanges de composés isomorphes peuvent se faire en toutes proportions, et dans des rapports simples aussi bien que dans les rapports les plus compliqués. Le carbonate de chaux, par exemple, peut cristalliser avec le carbonate de magnésie en toute espèce de proportions atomiques, et, par conséquent, comme cas particulier, en proportions égales. Si l'on désigne par A les molécules du premier carbonate, par B celles du second, par *m* et *n* les nombres entiers qui expriment les proportions relatives des deux sortes de molécules, on pourra représenter la série entière de tous les mélanges possibles entre les deux carbonates de la manière suivante, en supposant *m* toujours plus grand que *n*,

$$A \ldots\ldots mA+nB \ldots\ldots A+B \ldots\ldots nA+mB \ldots\ldots B.$$

On voit que cette série de termes mélangés aboutit de chaque côté à deux *termes extrêmes*, A et B, à deux limites qui représentent des espèces proprement dites, des espèces simples ou pures, telles que la définition le suppose; et que tous les termes intermédiaires composés, ou toutes les variétés de mélange, ont aussi une autre limite commune vers laquelle ils tendent, un *terme moyen* de la composition la plus simple possible, le terme A+B.

Lorsque *m* sera beaucoup plus grand que *n*, c'est-à-dire lorsque le terme de la série, qui représentera le mélange, sera très-rapproché de A ou de B, la règle ordinaire s'appliquera encore sans difficulté : on classera le mélange dans celle des espèces simples, dont la proportion relative sera prédominante, le considérant comme étant une variété de cette espèce, avec une certaine quantité de l'autre en plus.

§ 8. *Espèces mixtes, ou métisses.*

Mais, d'après la propriété caractéristique des composés isomorphes, il peut arriver que les deux sortes de molécules A et B cristallisent en quantités égales, de manière à réaliser le terme moyen A+B. Il est même possible que ces molécules aient une

tendance à le réaliser plus fréquemment que tout autre, comme ce serait le cas des molécules de deux sels, dont les dissolutions auraient été mélangées en proportions équivalentes, et qui auraient sensiblement le même degré de solubilité. Dans ce cas, les molécules des deux sels abandonneraient en même temps la dissolution commune en quantités égales, et formeraient un cristal mixte, un mélange uniforme et simple, simulant parfaitement une combinaison définie (1er vol., pag. 69). La dolomie est un de ces mélanges naturels, à parties égales, qu'on observe très-fréquemment entre les carbonates de chaux et de magnésie, bien que d'autres rapports simples, tels 2 A + B, ou A + 2 B, puissent aussi se rencontrer dans la nature. Le mesitinspath, ou plutôt la pistomésite de Breithaupt, est un mélange tout semblable, que présentent les carbonates de magnésie et de fer. Que faire de ces mélanges, à parties égales, également éloignés des deux extrêmes ou des deux termes simples A et B? Il n'y a aucune raison pour les rapporter à l'un d'eux plutôt qu'à l'autre.

Pour sortir d'embarras, il faut évidemment classer à part ces cas particuliers de mélange, quand leur existence a été bien constatée, et que leur répétition est fréquente. Il faut les considérer comme des individus mixtes, appartenant à une espèce métisse, en sorte qu'on est amené forcément à reconnaître et à distinguer dans le règne minéral, des espèces de deux sortes: des espèces simples, ou espèces proprement dites, conformes à la définition ou notion théorique, et des espèces mixtes, intermédiaires entre les espèces simples, et qui sont les hybrides ou métis de la minéralogie (1). Les espèces simples se composent d'individus ou de masses particulières à une seule sorte de mo-

(1) On pourrait peut-être être tenté de justifier l'admission, parmi les espèces, de ces mélanges qui simulent des combinaisons définies, en se représentant leur réseau cristallin, celui de la dolomie, par exemple, non plus comme :

A B A....
B A B....
A B A....
⋮ ⋮ ⋮

mais comme

AB AB...
AB AB...
⋮ ⋮

Nous ne pouvons accepter cette manière de voir, parce qu'elle a contre elle tous les faits de l'isomorphisme, et les variations bien constantes qu'éprouvent souvent les proportions de A et de B dans les masses que l'on rapporte à cette espèce.

lécules : sous ce rapport, elles pourraient être appelées des espèces *monomériques*. Les espèces mixtes résultent du mélange ou croisement de plusieurs espèces simples : elles se composent de masses à plusieurs molécules différentes (*polymériques*). Les unes et les autres ont pour caractère commun d'avoir une composition parfaitement définie. Toutes les masses existantes pourront être ramenées sans peine à ces deux sortes d'unités, simples ou complexes, en admettant d'abord leur existence séparée, et ensuite, comme possible, le mélange entre les deux.

Ainsi, pour revenir à l'exemple que nous avions pris d'abord des deux carbonates de chaux et de magnésie, il y aura lieu d'admettre dans le tableau général des espèces minérales, une première espèce simple (le calcaire), essentiellement formée par les seules molécules A, une seconde espèce simple (la giobertite), composée des molécules B, et une troisième espèce (la dolomie), représentée par A + B, ou formée des deux molécules en nombre égal : celle-ci, étant une espèce intermédiaire, devra prendre place évidemment entre les deux espèces simples, et se tenir à égale distance de l'une et de l'autre.

Ainsi donc, les termes moyens, comme les termes simples des séries analogues à celle de la page 14, doivent être traités comme de véritables espèces, sous la seule condition d'avoir été reconnus comme existant séparément. Quant aux autres termes de la série, nous avons déjà dit comment on classait ceux qui se rapprochent de l'un des deux extrêmes. Et quant aux termes qui se rapprocheraient davantage du terme moyen A + B, et qui en seraient différents, comme le terme 7 A + 5 B par exemple, attendu qu'on peut le mettre sous la forme 5 (A + B) + 2 A, on voit qu'il doit être rapporté à l'espèce intermédiaire (la dolomie), et considéré comme une variété de dolomie, avec un excès de calcaire. Les termes extrêmes et moyens sont des espèces de limites, auxquelles on ramène toutes les variétés de mélange qui ne s'en éloignent pas notablement (1).

(1) De même qu'il existe des espèces *dimériques* ou à deux molécules différentes, il pourrait y avoir aussi des espèces *trimériques* ou à trois molécules différentes et de la formule A + B + C. Mais ce cas, s'il se rencontre réellement, est infiniment plus rare que le précédent. Il donnerait lieu d'ailleurs aux mêmes considérations.

§ 9. *Des mélanges intimes et variables de composés isomorphes, qui n'existent pas isolément.*

Un autre cas embarrassant est celui que nous offrent plusieurs des anciennes espèces de Haüy, telles que le grenat, l'amphibole, le pyroxène ; chacune d'elles est une série de variétés mélangées, dont les termes simples n'ont point encore été observés séparément, ou ne le sont que rarement et d'une manière tout-à-fait accidentelle. C'est un mélange intime et continuellement variable de plusieurs composés isomorphes, et par conséquent de diverses espèces, mais qui ne s'étant point encore montrées isolées, ne peuvent être représentées rigoureusement par aucune des variétés connues, et par conséquent ne sont pas séparables dans l'état actuel de la minéralogie.

L'existence de ces espèces nous est révélée par la formule générale, qui résume toutes les analyses de ces corps, et qui admet plusieurs combinaisons semblables de bases isomorphes se substituant les unes aux autres pour produire des molécules de même forme et de nature différente. Autant il y a de ces combinaisons possibles, faisant partie des variétés du minéral, autant il entre d'espèces différentes dans la constitution de leurs masses. Ces espèces, notre esprit les conçoit et les formule aisément. Mais ce ne sont pour lui que des types abstraits, des limites idéales, auxquelles il peut bien essayer de ramener un certain nombre de variétés, sans pouvoir établir de démarcation précise entre elles, sans pouvoir dire où commence telle espèce et où elle finit dans la série.

Dans les grenats, par exemple, qui sont des silicates à deux bases, l'une plus forte qui est un protoxyde, l'autre plus faible qui est un sesquioxyde, on reconnaît sans peine l'existence d'une espèce à bases de chaux et d'alumine, d'une autre à bases de chaux et de sesquioxyde de fer, d'une troisième à bases de protoxyde de fer et d'alumine, etc. ; mais ces espèces sont toujours intimement mêlées et confondues entre elles. En pareil cas, on a à choisir entre deux marches différentes. On peut, après avoir reconnu, comme je viens de le dire, les diverses combinaisons chimiques qui prédominent dans telle ou telle partie de la série, faire de chacune d'elles le point de ralliement d'une partie des variétés, en les groupant ensemble et les réunissant sous un même nom d'espèce : c'est ce qu'a fait Beudant pour les grenats,

pour les pyroxènes et pour les amphiboles. Mais ce mode de groupement a l'inconvénient d'être toujours plus ou moins arbitraire, et l'on court le risque de ranger dans une espèce, des échantillons qui seraient mieux placés dans une autre.

Au lieu de suivre cette marche, on peut, à l'exemple de Naumann, de Haidinger, de Dana et de la plupart des minéralogistes présents, conserver le groupe entier dans son intégrité, sous son ancien nom de grenat; et, sans prétendre séparer rigoureusement les espèces qu'il renferme à l'état de mélange, se borner provisoirement à les indiquer par des dénominations particulières, mais seulement à titre de sous-espèces, ou de variétés principales, en les distinguant uniquement par les couleurs ou par quelque autre caractère extérieur. Dans cette seconde manière de procéder, on traite le groupe entier des grenats, en ce qui concerne son classement actuel, comme si c'était une espèce proprement dite, mais on a soin d'avertir de la différence qu'il y a entre ce cas et celui des espèces bien définies, tant simples que mixtes, dont il a été question précédemment. C'est, comme l'on voit, une sorte de transaction, qui a été admise par un consentement presque unanime; et la meilleure raison qu'on puisse donner de cette façon d'agir, c'est que dans l'état actuel de la science, on ne voit pas le moyen de faire mieux ou autrement. Nous adopterons cette marche dans les cas de ce genre, qui ne se rencontreront d'ailleurs que très-rarement.

Il ne faut pas confondre ces groupes intimes d'espèces mélangées et confondues entre elles, que nous offrent le grenat, le pyroxène et l'amphibole, avec ceux d'espèces isomorphes bien distinctes, et nettement séparées, tels que celui des Carbonates rhomboédriques, par exemple, qui, dans nos classifications actuelles, doit être considéré et traité comme un groupe générique, comme un *genre* proprement dit. Les groupes, comme celui du grenat, sont bien aussi en réalité des groupes d'espèces, et pourraient être considérés comme des genres; mais à vrai dire, s'ils le sont pour la théorie, on ne peut pas dire qu'ils le soient pour la pratique, par la raison qu'ils ne peuvent être ni représentés, ni délimités d'une manière rigoureuse. Ainsi donc, distinguons deux sortes de groupes d'espèces, auxquels peuvent donner lieu les composés isomorphes : des groupes *génériques* (comme celui des carbonates rhomboédriques), qui doivent figurer comme genres dans la méthode; et des groupes tels que celui du grenat, qu'on pourrait appeler *spécifiques*, parce qu'on est dans l'habi-

tude de les traiter comme des espèces, mais en ayant soin de les subdiviser en sous-espèces ou variétés principales, d'après de simples différences extérieures, qu'on peut croire correspondre à des différences importantes dans la composition élémentaire.

§ 10. *Des règles de la classification des espèces minérales.*

Nous venons d'exposer les règles de spécification que nous avons adoptées et que nous nous proposons de suivre dans cet ouvrage, c'est-à-dire celles qui concernent l'établissement des espèces minérales, et le mode de classement des diverses variétés de mélange, qu'on peut rapporter à chacune des espèces proprement dites, des espèces qui ont une composition simple et définie. Il nous faut maintenant examiner les règles de la classification des espèces, les principes d'après lesquels on doit former les genres, et les autres divisions supérieures de la méthode minéralogique.

Quand on cherche à se rendre compte de ce qui a été fait sous ce rapport, on est frappé de l'état d'infériorité dans lequel la minéralogie est restée jusqu'à ces derniers temps vis-à-vis des autres branches de l'histoire naturelle ; le vague et l'arbitraire dominent à tel point dans ses méthodes, que ceux qui en font habituellement usage, comme ceux-là même qui les ont imaginées, ne peuvent le plus souvent ni se rappeler, ni découvrir aisément la place qu'occupe telle espèce dans un genre, ni tel genre dans la méthode. Les espèces et les genres y sont, en effet, tellement groupés au hasard, ou rapprochés pour des raisons si légères, que ces classifications ne sauraient que difficilement prétendre au titre de méthodes naturelles. Presque toujours, on s'est borné jusqu'ici à établir, entre les classes et les espèces, une seule division intermédiaire, à laquelle on donne indifféremment le nom d'ordre ou de genre, et cela, à cause du petit nombre d'espèces que comporte encore le tableau général (cinq à six cents), et de l'imperfection de nos connaissances, relativement à la composition de beaucoup d'entre elles. L'état de la science cependant permettait d'aller plus loin ; voilà déjà bien des années que j'ai fait, dans mes cours de la Sorbonne ou du Muséum, l'essai d'une méthode rationnelle, qui me paraît avoir de véritables avantages, et qui a été fort goûtée des personnes qui assistent à mes leçons. Je vais résumer ici les principes qui m'ont servi de guide pour établir cette classification, qui est surtout

basée, ainsi qu'on va le voir, sur les rapports plus ou moins généraux de la composition chimique et de la forme cristalline, mais sans que j'aie négligé d'avoir égard, dans une certaine mesure, aux différences de l'aspect extérieur, comme à celles de la dureté et de la pesanteur spécifique.

§ 11. *De l'existence possible de trois sortes de genres, en Minéralogie : genre chimique, genre physique ou cristallographique, et genre physico-chimique ou minéralogique.*

Les espèces minérales ayant deux caractères fondamentaux, l'un chimique et l'autre cristallographique, il résulte de là la possibilité d'établir en minéralogie deux et même trois sortes de genres différents, selon que, pour les former, on réunira les espèces qui auront de l'analogie sous le rapport de la composition seulement, ou bien sous le rapport de la cristallisation, ou enfin sous les deux rapports à la fois. Ces trois genres pourront même exister ensemble, à la condition d'être subordonnés entre eux, et de se distinguer par des noms différents tels que les noms d'*ordres*, de *tribus*, et de *genres* proprement dits : ce seront comme autant de degrés par lesquels on descendra de la classe ou division la plus élevée, pour se rapprocher progressivement de l'espèce, ainsi que cela se pratique dans les autres parties de l'histoire naturelle.

Un premier genre peut être formé par le rapprochement des espèces qui ont un principe chimique commun (ex. : genre *Carbonates*) : c'est le genre chimique. Un autre genre pourra être formé par le rapprochement des espèces qui cristallisent dans un même système (ex. : genre des substances *cubiques*, genre des *rhomboédriques*, des *rhombiques* ou *orthorhombiques*, des *klinorhombiques*, etc.) : c'est le genre cristallographique.

Le genre chimique étant fondé sur une certaine analogie de composition chimique, et le genre cristallographique sur une certaine ressemblance générale de forme, il est clair qu'on peut encore établir un troisième genre, en réunissant les espèces qui ont entre elles une double analogie de composition et de forme, c'est-à-dire les espèces isomorphes ; ce sera le genre physico-chimique ou minéralogique, le genre proprement dit, le plus prochain relativement à l'espèce, et par conséquent le plus naturel.

J'ai dit que les deux genres chimique et cristallographique

pouvaient exister ensemble, à la condition d'être subordonnés l'un à l'autre. Plusieurs minéralogistes, MM. Bredsdorf, Frankenheim, G. Rose, ont placé les genres chimiques sous les genres cristallographiques : nous pensons que la subordination doit être telle que le caractère chimique, le plus constant des deux, domine toujours le caractère cristallographique. Ainsi, pour prendre un exemple, ce sera le groupe Carbonates qui se subdivisera, d'après les systèmes cristallins, en espèces rhomboédriques, cubiques, quadratiques, etc., et non pas le groupe Rhomboédrique, qui sera divisé en Carbonates, Sulfates, Phosphates, etc.

§ 12. *Des classifications par les bases, et des classifications par les acides ou principes électro-négatifs.*

Les genres chimiques peuvent être établis de deux manières, selon que le principe commun, qui sert de lien aux espèces, est le principe minéralisé, l'élément électro-positif ou la base, ou bien au contraire le principe minéralisateur, celui qui fait fonction d'acide ou d'élément électro-négatif. De là, plusieurs sortes de classifications possibles au point de vue chimique : les classifications par les bases, comme celle de Haüy, les classifications par les acides, comme celle de Beudant, et les classifications mixtes, comme celles de Kobell, d'Alexandre Brongniart et de Dufrénoy, dans lesquelles les espèces sont groupées tantôt par les acides, et tantôt par les bases. Dans la méthode de Haüy, la *chaux* formait un genre, qui comprenait comme espèces particulières la chaux carbonatée, la chaux sulfatée, la chaux phosphatée, etc. Dans la classification de Beudant, le groupe des carbonates forme un genre dont les espèces sont : le carbonate de chaux, le carbonate de magnésie, le carbonate de zinc, le carbonate de fer, etc. Dans la méthode de Haüy, aussi bien que dans les classifications mixtes de Brongniart et Dufrénoy, chacun des métaux proprement dits, comme le fer, le cuivre, le plomb, etc., est le type d'un genre qui comprend tous les minerais du métal, c'est-à-dire ses oxydes, sulfures, arséniures, et ses différents sels.

Chacune de ces méthodes chimiques présente des avantages ; mais, dans l'état actuel de la science, le groupement par les acides, que Beudant a proposé le premier, et qui a été adopté postérieurement par Berzélius, nous paraît bien préférable,

parce qu'il laisse subsister presque toutes les réunions indiquées par l'isomorphisme, et que les groupes d'isomorphes sont ce qu'il y a de plus naturel en minéralogie. Ces groupes sont en effet la véritable pierre de touche des classifications modernes : on peut dire qu'elles sont d'autant plus artificielles, qu'elles les rompent plus fréquemment et les morcellent davantage. J'adopterai donc en général les genres chimiques de Beudant, qui ne sont rien autre chose que les genres ordinaires de la chimie minérale ; seulement je me servirai du mot d'*ordres* pour les désigner, afin de pouvoir les subdiviser en *tribus*, d'après les systèmes cristallins, et en *genres* proprement dits, d'après l'isomorphisme, toutes les fois du moins que la chose sera possible.

Le groupement par les bases a bien aussi des avantages qu'on ne saurait nier, lorsqu'on l'applique aux substances métalliques, parce qu'il rapproche tous les minerais d'un même métal, et permet de faire d'une manière plus suivie et plus complète son histoire technologique et géologique ; et c'est afin de profiter de ces avantages, sans renoncer à ceux qui résultent de l'autre mode de groupement, que Brongniart et quelques minéralogistes avec lui ont cru devoir scinder la classification en deux parts, et assigner à chacune un caractère différent.

Mais on peut, dans un cours aussi bien que dans un livre de minéralogie, demeurer conséquent au principe qu'on a une fois posé, et cependant ne laisser perdre aucun des avantages réels qui sont attachés aux deux méthodes ; car rien n'empêche, par exemple, après avoir placé sous les différents acides, et décrit séparément les espèces qui ont une même base, de les récapituler toutes lorsqu'on a fait l'histoire de la dernière, et de recomposer ainsi le genre de la méthode inverse. Quelle que soit la méthode que l'on suive, il y a de l'avantage à former ainsi de nouveaux rapprochements entre les espèces, et à multiplier les comparaisons de toutes les manières possibles : c'est le seul moyen de suppléer à l'insuffisance de nos méthodes, et de remédier à ce qu'elles ont et à ce qu'elles auront toujours d'artificiel.

Des trois genres dont nous venons de reconnaître la possibilité et d'admettre la convenance, un d'eux, le genre chimique, est fondé en général (sauf les cas d'exception dont il sera fait mention plus loin) sur le seul fait de la communauté d'un principe composant, tandis que les deux autres reposent sur des analogies d'un autre ordre, et, à notre avis, bien plus impor-

tantes. Ainsi, c'est le fait de l'isomorphisme, c'est-à-dire de la plus grande ressemblance possible entre les espèces, après le cas de l'identité absolue, qui sert de fondement aux genres minéralogiques; et, comme on le verra bientôt, ce sera encore le même principe qui nous servira de guide pour établir entre les Ordres ou genres chimiques une disposition en série linéaire, qui soit rationnelle.

§ 13. *Remarques sur les genres chimiques qui ont pour fondement la communauté d'un élément quelconque, basique ou acide.*

Ce mode d'arrangement, qui consiste à grouper ensemble tout ce qui, parmi les objets à classer, offre la plus grande somme possible d'analogies, nous paraît bien plus naturel que celui qu'on a suivi pendant longtemps, et qui consistait tout simplement à rapprocher soit les espèces, soit les genres qui ont un élément ou composé binaire commun. Haüy mettait ensemble, dans son genre *Fer*, le fer natif, le fer oxydé, le fer sulfuré, le fer carbonaté, le fer arséniaté, etc.; c'est-à-dire qu'il formait ainsi le groupe le plus artificiel qu'on puisse imaginer, puisqu'il renferme, avec un corps simple, des composés binaires, des composés ternaires, et d'autres de tous les degrés possibles de composition. Beudant, un peu plus tard, n'a fait qu'imiter Haüy dans la constitution de ses familles; et, par exemple, dans celle des *Sulfurides*, il range après le soufre natif, les oxydes du soufre, puis les sulfites et les sulfates; et bien qu'il assure (Traité de Minéralogie, 1re édition de 1824, page 317), qu'il lui semble impossible de trouver des familles *plus naturelles*, nous sommes obligé de faire remarquer que ces prétendues familles sont tout aussi artificielles que les genres de Haüy; car elles ne sont, à vrai dire, que le renversement de ces genres, amené tout simplement par la substitution de l'acide à la base.

Ainsi, donc, jusqu'à ces derniers temps, on n'a connu en minéralogie qu'un seul moyen de former des genres chimiques, ç'a été de réunir des corps qui continssent un même principe : on croyait que, par cela seul, que deux corps possédaient un élément commun, il devait y avoir entre eux de la ressemblance. Mais on a réellement trop abusé de cette prétendue analogie, attribuée à la présence d'un élément commun : elle est souvent des plus faibles. Ce qui établit la ressemblance des composés, c'est bien moins la nature particulière des compo-

sants, que le rôle qu'ils jouent dans la combinaison. Deux substances, qui n'ont aucun élément commun, mais qui en ont d'analogues par leur rôle chimique, peuvent se ressembler beaucoup plus que d'autres, qui auraient un ou plusieurs éléments communs.

De ce que le soufre existe dans les trois espèces suivantes : soufre natif, sulfure de plomb et sulfate de plomb, il ne s'ensuit pas que ces trois minéraux doivent être rapprochés, comme ils l'ont été par Beudant dans sa famille des Sulfurides. Au contraire, il n'est pas possible de trouver dans tout le règne minéral, trois corps qui contrastent plus fortement entre eux, puisque le premier est une substance jaune, tendre et inflammable; que le second est une substance grise, pesante, contenant un métal et possédant elle-même à un haut degré l'éclat métallique, et que le troisième est un corps sans couleur, incombustible, ayant un aspect vitreux ou lithoïde, c'est-à-dire semblable à une pierre. Ces trois espèces nous offrent donc les plus grandes différences dans leurs caractères extérieurs, et, loin de pouvoir être réunies dans un même groupe, elles appartiennent réellement à trois classes différentes : la classe des substances combustibles, celle des substances métalliques et celle des substances pierreuses. C'est que, bien que le soufre existe dans ces trois corps, il joue en réalité dans chacun d'eux un rôle différent : dans le premier, il est à l'état libre, c'est-à-dire qu'il ne joue aucun rôle chimique particulier, tandis que dans le second il joue le rôle d'acide ou d'élément électro-négatif, et dans le troisième le rôle de base ou d'élément électro-positif.

Ce n'est donc pas, comme on le voit par cet exemple, le seul fait de la participation d'un élément à la formation d'un corps, qu'il faut prendre en considération : c'est bien plutôt le rôle que cet élément joue dans la composition de la molécule. Nous disions tout-à-l'heure que deux corps qui n'auraient point d'élément commun, pourraient se ressembler beaucoup plus que ceux qui en ont un ou plusieurs : en voici la preuve. Le soufre et le sélénium sont deux éléments isomorphes qui jouent le même rôle électro-négatif à l'égard des métaux, et peuvent se remplacer mutuellement; les sulfures et séléniures de mêmes bases sont parfaitement semblables. D'un autre côté, le cuivre et l'argent sont deux radicaux, pareillement isomorphes, et qui se substituent l'un à l'autre en toutes proportions dans les minerais qui se rapportent à l'un d'eux. Ainsi, d'une part, le sulfure d'argent

est isomorphe et semblable au sulfure de cuivre ; d'une autre part, le sulfure de cuivre est isomorphe au séléniure de cuivre : donc, le sulfure d'argent et le séléniure de cuivre doivent être isomorphes entre eux, bien qu'ils n'aient point d'élément commun. La chimie et la minéralogie sont d'accord pour confirmer cette conclusion.

On ne devra donc pas s'étonner si, dans la classification minéralogique, quelques genres sont donnés comme naturels, bien qu'ils ne remplissent pas la condition ordinaire de la communauté d'un élément ou d'un principe binaire. Tel sera, par exemple, le groupe des *métaux natifs*, qui figurera comme ordre ou genre chimique, en tête de la classe des substances métalliques. Nous n'hésitons pas à former cette réunion, contrairement à l'usage suivi jusqu'à présent en France, et nous le faisons à l'exemple de la plupart des minéralogistes allemands, et de ce qui se pratique même en chimie, où des corps réputés simples ont été ou sont encore rapprochés en un même groupe, uniquement à cause de l'analogie de leurs propriétés, et sans la condition dont nous parlions tout-à-l'heure. Il suffit de se rappeler l'ancien groupe des terres et des alcalis, qui paraissait fort naturel, avant qu'on ne fût parvenu à décomposer ces substances : elles étaient alors réputées simples, absolument au même titre que le sont aujourd'hui les corps indécomposés qui portent le nom de métaux. On verra d'ailleurs que ces corps offrent entre eux des analogies tout-à-fait comparables à celles que l'on observe dans les composés proprement dits, et que les principes ordinaires de l'isomorphisme, du polymorphisme, de l'isomérie ou de l'allotropie trouvent là leur application, comme dans toutes les autres parties de la méthode. Les groupes ainsi formés directement par l'appréciation des analogies physiques et chimiques, sans l'intermédiaire du fait qui sert ordinairement de base pour la formation des genres, sont souvent plus naturels que les anciens genres chimiques, auxquels on est encore obligé d'avoir recours, par la raison qu'ils sont plus faciles à caractériser et à reconnaître. Ces genres chimiques, généralement artificiels dans leur ensemble, demandaient à être subdivisés, et nous avons vu comment par la considération du système cristallin d'abord, et ensuite par celle de l'isomorphisme, c'est-à-dire de l'analogie simultanée de forme et de composition, on arrivait à des groupes plus petits (les groupes d'isomorphes) qui sont les véritables genres *naturels* de la minéralogie.

§ 14. *De la disposition en série linéaire des Ordres ou grands genres chimiques, et de la formation des Classes.*

C'est en continuant de prendre pour guide l'isomorphisme, que je suis parvenu à établir, entre les ordres chimiques eux-mêmes, une disposition en série très-rationnelle, et à l'aide de laquelle on passe successivement et par degrés, des substances les moins composées à celles qui le sont davantage, et des corps les plus inflammables aux combustibles métalliques, pour finir par les corps brûlés ou non combustibles. Pour trouver cette série, il suffisait de comparer entre eux les ordres chimiques, et de rapprocher ceux qui avaient des principes électro-négatifs analogues, c'est-à-dire isomorphes. Il est aisé de voir, en effet, que quelque part qu'on place dans la série le genre *Sulfures*, il appelle forcément à côté de lui le genre *Séléniures*, puisque ces deux genres pourraient à la rigueur n'être composés que d'espèces relativement semblables; de même, le genre *Sulfates* appelle près de lui le genre *Séléniates*, le genre *Phosphates* celui des *Arséniates*, et ainsi de suite. C'est en procédant ainsi que j'ai formé la série suivante : *Corps simples non métalliques.* — *Métaux natifs.* — *Arséniures.* — *Antimoniures.* — *Tellurures.* — *Séléniures.* — *Sulfures.* — *Oxydes.* — *Chlorures.* — *Fluorures.* — *Iodures.* — *Bromures.* — *Aluminates.* — *Silicates.* — *Borates.* — *Carbonates.* — *Azotates.* — *Phosphates.* — *Arséniates.* — *Sulfates.* — *Chromates.* — *Vanadates.* — *Tungstates.* — *Molybdates.* — *Titanates.* — *Tantalates.*

Une fois cette série obtenue, il m'a été facile de la partager, d'après des caractères tirés du genre particulier de combustion ou du *facies* général, en trois grandes divisions ou CLASSES, qui répondent assez bien aux anciennes classes des Combustibles, des Métaux et des Pierres, consacrées en quelque sorte par l'usage dans tous les temps et chez tous les peuples. Ces trois grandes divisions sont celles des *Substances combustibles non métalliques*, des *Substances combustibles métalliques*, et des *Substances non combustibles*. Ainsi donc, dans la classification que je propose et que je suivrai dans cet ouvrage, les divisions et subdivisions successives seront fondées sur les ressemblances de plus en plus essentielles, sur les rapports plus ou moins généraux de la composition chimique et de la forme cristalline, comme aussi sur les différences dans l'aspect extérieur, la dureté et la pesan-

teur spécifique, quelquefois même sur celles de la fusibilité et de la solubilité. Et le problème qui consistera à déterminer une espèce à l'aide de cette classification, s'y trouvera ramené, comme il l'est dans la méthode zoologique, à une suite de problèmes partiels ayant pour objet de trouver successivement ses différents caractères de classe, d'ordre, de tribu, de genre et enfin d'espèce, ce qui nous apprendra à connaître le corps non-seulement en lui-même, mais de plus dans ses rapports avec une foule d'autres.

Pour nous résumer, chaque *Classe* du règne minéral sera partagé en *Ordres* (ou grands genres chimiques), fondés sur une certaine ressemblance générale de nature ou de composition chimique; chaque ordre se subdivisera en *Tribus* (ou grands genres cristallographiques), fondées sur une ressemblance générale de forme cristalline, c'est-à-dire sur les principaux systèmes de cristallisation; chaque tribu en *Genres* proprement dits, c'est-à-dire en genres physico-chimiques ou minéralogiques, fondés sur la double analogie de forme et de composition, et qui seront des groupes d'isomorphes, ou bien, à défaut de pareils groupes dans l'état actuel de la science, en genres provisoires, purement chimiques, ou en groupes d'espèces ayant seulement des formules atomiques semblables (1); enfin, chacun de ces genres se composera d'espèces, dont la distinction portera sur la composition et la forme complètement déterminées.

Voici un exemple de la manière dont nous établissons la subordination entre les divisions successives de la méthode.

CLASSE DES SUBSTANCES NON COMBUSTIBLES.

ORDRE DES CARBONATES.

Tribu I. *Rhomboédriques.*

1er Genre (cares : $\ddot{C}\dot{R}$; rhdre de 106° environ).

Espèces 1. Calcaire. $\ddot{C}\dot{C}a$; rh. de 105°5'.

2. Giobertite. $\ddot{C}\dot{M}g$; rh, de 107°25'.

3. Sidérosc. $\ddot{C}\dot{F}e$; rh. de 107°.

(1) Les groupes d'espèces isomorphes sont, comme nous l'avons déjà dit, les véritables genres naturels ou minéralogiques. Les genres purement chimiques ne sont que des genres provisoires, qui pourront un jour se résoudre chacun en plusieurs genres minéralogiques, lorsque les espèces seront devenues assez nombreuses, pour qu'on puisse les grouper de nouveau ou les séparer par l'isomorphisme ou le polymorphisme.

4. Diallogite. $\ddot{C}\dot{M}n$; rh. de 106°51'.
5. Calamine. $\ddot{C}\dot{Z}n$; rh. de 107°40'.
etc.

Tribu II. *Rhombiques.*

1er Genre (Cares : $\ddot{C}\dot{r}$; Pr. rhque d'environ 117°).

Espèces 1. Arragonite. $\ddot{C}\dot{C}a$; pr. rh. de 116°16'.
2. Withérite. $\ddot{C}\dot{B}a$; pr. rh. de 118°30'.
3. Strontianite. $\ddot{C}\dot{S}r$; pr. rh. de 117°16'.
4. Céruse. $\ddot{C}\dot{P}b$; pr. rh. de 117°14'.
etc.

§ 15. *Remarques additionnelles sur les Ordres et les Tribus. — Fusion de plusieurs tribus ou de plusieurs ordres en un seul.*

Encore quelques observations relativement aux divisions intermédiaires, les Ordres et les Tribus. Les espèces isomorphes ne résultent pas seulement de la substitution d'une base à une autre, le principe électro-négatif restant le même, mais aussi de la substitution d'un élément électro-négatif à un autre élément électro-négatif, la base restant la même; et qui plus est, par les les deux genres de substitutions à la fois, comme nous venons de le remarquer dans les sulfures et les séléniures. Si l'on se bornait à placer ces deux genres à la suite l'un de l'autre, à cause de l'isomorphisme du soufre et du sélénium, les espèces semblables, *séléniure de cuivre, sulfure de cuivre, séléniure d'argent* et *sulfure d'argent*, se trouveraient séparées et beaucoup trop éloignées les unes des autres.

Pour corriger autant que possible le défaut qui provient de l'arrangement en une seule série linéaire, sans ramifications ni anastomoses, on a proposé de fondre en un seul Ordre tous ceux qui, comme les précédents, sont formés par des principes électro-négatifs isomorphes, ce qui permettra de rapprocher et d'entremêler les espèces qui, comme les quatre ci-dessus mentionnées, posséderont aussi en commun cette même propriété de l'isomorphisme. Ce mode de groupement a été indiqué par Beudant, dans son *Cours élémentaire de Minéralogie* (pag. 120), et réalisé par MM. G. Rose et Dana, dans leurs Systèmes minéralogiques. Nous l'adoptons, à cause des avantages bien marqués qu'il présente. En conséquence, nous formerons autant d'ordres complexes, que nous traiterons comme s'ils étaient des

ordres simples, des groupes suivants, déterminés par l'isomorphisme de leurs éléments négatifs et fondus en un seul : le groupe des arséniures, antimoniures et tellurures ; le groupe des séléniures et sulfures ; le groupe des chlorures, fluorures, bromures et iodures ; le groupe des phosphates et arséniates ; le groupe des chromates et vanadates ; le groupe des tungstates et molybdates ; et enfin, celui des titanates et tantalates.

D'un autre côté, si l'on est conduit par l'isomorphisme à opérer ainsi la fusion de plusieurs ordres en un seul, on est amené par d'autres considérations, tirées de la composition élémentaire, ou des caractères purement extérieurs, à opérer le dédoublement de quelques ordres simples en deux autres, pour subdiviser ensuite chacun de ces ordres partiels en tribus, d'après les systèmes cristallins. On satisfait mieux ainsi aux exigences de la méthode naturelle, et en multipliant les subdivisions, on rend plus facile la détermination de l'espèce, en faisant en sorte qu'elle soit comprise dans des groupes de peu d'étendue. C'est ainsi que le grand ordre des Silicates, le plus considérable de tous ceux que nous offre la classe des PIERRES, sera partagé en deux : et nous aurons l'ordre des *Silicates alumineux*, c'est-à-dire des silicates à base d'alumine ou d'un autre sesquioxyde, pouvant en tenir lieu ; et l'ordre des *Silicates non alumineux*, ou des silicates n'ayant que des protoxydes pour base. De même, le grand ordre des Sulfures, le plus étendu de tous ceux que renferme la classe des MÉTAUX, sera divisé en deux : l'ordre des *Sulfures simples*, et l'ordre des *Sulfures multiples*. Enfin, l'ordre des *Oxydes* se subdivisera pareillement en deux autres ordres, d'après les différences de l'aspect extérieur : celui des *Oxydes métalliques*, et celui des *Oxydes terreux* ou d'aspect lithoïde. On se souvient de la distinction que nous avons déjà faite entre les oxydes métalliques proprement dits (les oxydes des métaux lourds ou métaux usuels) et les oxydes terreux, distinction analogue à celle que Haüy avait introduite sous les noms de métaux autopsides, et de métaux hétéropsides (1er vol., pag. 468) : elle est importante au point de vue minéralogique, parce que les deux sortes d'oxydes exercent une influence marquée, et très-différente, sur les caractères extérieurs du minéral, notamment sur sa coloration. Aussi, les premiers rappellent-ils tout-à-fait les substances métalliques, tandis que les seconds ressemblent parfaitement aux substances pierreuses.

Quant aux tribus en lesquelles les ordres seront subdivisés,

et qui doivent porter les noms des différents systèmes cristallins, elles seront généralement placées à la suite les unes des autres dans l'ordre que nous avons assigné aux systèmes eux-mêmes : cependant, pour nous faciliter toujours les moyens de rapprocher le plus possible les espèces qui ont entre elles de grands rapports, et de rendre ainsi la série plus naturelle, nous nous réservons la faculté de changer légèrement, selon les circonstances, et quelquefois même de renverser complètement cet ordre, qui, d'ailleurs, n'a rien d'absolu, puisque les différents systèmes ont entre eux des affinités telles, qu'on les voit souvent dans la nature passer indifféremment de l'un à l'autre par de légères modifications apportées à une souche commune, à une forme limite, comme le cube, le prisme carré, ou le prisme hexagonal régulier (voyez 1er vol., pag. 523, l'article concernant le plésiomorphisme des espèces).

Il nous arrivera aussi quelquefois, et toujours pour la raison que nous indiquions tout-à-l'heure, de fondre deux tribus en une seule, pour en former une tribu mixte, comme nous avons réuni plusieurs ordres entre eux, lorsque le besoin s'en faisait sentir. Nous formerons ainsi, avec les tribus des orthorhombiques et des klinorhombiques, une seule tribu composée, celle des *Rhombobasiques*, ou bien avec les tribus des klinorhombiques et des klinoédriques, la tribu complexe des *Klinobasiques*.

§ 16. *De deux sortes d'appendices, ou groupes provisoires d'espèces.*

Conformément à l'usage ordinaire, nous placerons dans des Appendices, aux diverses divisions de la méthode, les espèces dont le classement offrira des incertitudes, c'est-à-dire celles dont un des deux caractères fondamentaux, ou tous les deux à la fois, ne seront pas encore connus d'une manière exacte. Mais à l'exemple de Haüy, on s'était borné jusqu'ici à former de tous les minéraux *incertæ sedis*, un seul appendice, qui devait avoir nécessairement une étendue considérable. Maintenant, d'après le mode de classement que j'ai adopté, tous les minéraux dont le genre chimique aura été suffisamment indiqué par les observations, mais dont on ignorera le genre de cristallisation, pourront figurer dans des appendices particuliers, placés chacun à la suite de chaque ordre, comme tribu provisoire de cet ordre, et sous le nom de tribu des *adélomorphes*; et, les seuls miné-

raux, dont la composition qualitative n'aura pas encore été déterminée, seront rejetés dans un Appendice général, placé à la fin de la méthode : sorte de classe provisoire, qui correspondra à l'appendice unique des anciennes classifications, mais qui se trouvera singulièrement réduite par l'établissement des appendices particuliers : elle sera subdivisée en tribus, d'après les différents systèmes cristallins qui auront été observés parmi ces minéraux. Cette classe, et ces tribus provisoires, sont destinés à s'épuiser continuellement par la rentrée successive, dans les divisions régulières de la méthode, des minéraux qu'elles renferment, à mesure que les caractères spécifiques de ceux-ci seront mieux connus.

§ 17. *Tableau de la distribution méthodique des Espèces. — Division du Règne inorganique en deux Sous-Règnes.*

Il me reste maintenant à montrer comment j'ai appliqué les règles précédentes à la classification des espèces minérales actuellement connues, et, pour cela, je vais donner le tableau de la distribution méthodique de ces espèces, en le réduisant toutefois à celles dont la détermination est certaine, et qui sont admises généralement par les minéralogistes.

Faisons d'abord remarquer que le Règne inorganique, considéré dans son ensemble, comme la réunion complète de toutes les substances inorganiques naturelles, quel que soit leur état physique, peut être partagé en deux grandes subdivisions ou deux *sous-règnes*, dont l'un comprend les *substances atmosphériques*, répandues à l'état gazeux dans l'atmosphère qui enveloppe le globe terrestre, et l'autre comprend les *substances terrestres* (ou les *minéraux* proprement dits), qui sont presque tous solides, quelques-uns liquides, et qui font partie des diverses masses dont le globe est composé. La forme gazeuse des premières les distingue d'une manière fort tranchée des minéraux, en les privant de presque tous les caractères dont ceux-ci sont pourvus. Les unes, qui font partie essentielle de l'atmosphère, fournissent les éléments des êtres organisés qui vivent au milieu d'elles. Les autres, qui n'ont qu'une existence locale et accidentelle, proviennent, au contraire, de la décomposition des corps organiques, ou bien se dégagent de l'intérieur de la terre par les cheminées des volcans, et par les canaux à travers lesquels coulent les sources minérales. Nous réunissons toutes ces

substances, pour en former une classe particulière, sous le nom de GAZ; mais nous nous bornerons presque à les mentionner, sans entrer dans beaucoup de détails à leur égard, parce que la détermination et l'histoire de ces substances sont entièrement du domaine de la chimie, et que nos moyens ordinaires de spécification n'ont aucune prise sur elles, puisque leur état habituel s'oppose à ce qu'elles s'offrent à nous cristallisées.

Nous partageons les substances terrestres, ou les minéraux proprement dits, en trois autres classes qui sont : la classe des substances combustibles non métalliques, ou (par abréviation) la classe des *Combustibles;* celle des substances combustibles métalliques, ou classe des *Métaux*; et celle des substances non combustibles.

La Classe des Combustibles comprend toutes les substances inflammables, telles que le soufre, le diamant et les autres combustibles charbonneux. Ces substances n'ont ni l'aspect métalloïde, ni la grande densité, ni les autres propriétés qui caractérisent les substances métalliques. Le genre de combustion qui leur est propre les sépare aussi, d'une manière très-marquée, des métaux et des pierres.

La classe des métaux comprend toutes les substances combustibles, qui se composent de métaux proprement dits, soit libres ou à l'état *natif*, soit alliés entre eux, soit transformés en *minerais*, par leur combinaison avec l'arsenic, l'antimoine, le tellure, le sélénium et le soufre. Ces substances ont naturellement l'éclat métallique, ou peuvent l'acquérir soit à l'aide du poli par le brunissoir, soit par la réduction au moyen du chalumeau. Elles sont généralement très-denses, opaques, et douées d'une couleur propre, qui reste vive après la trituration.

La Classe des substances non combustibles comprend tous les minéraux dont les principes composants sont à l'état brûlé, c'est-à-dire à l'état de combinaison intime avec les éléments comburents, tels que l'oxygène, le chlore, le fluor, etc. Si l'on excepte le premier ordre de cette classe, les oxydes métalliques, qui rappellent encore par leurs caractères extérieurs les espèces de la classe précédente, tous ces minéraux ont cet aspect particulier des substances qu'on appelle vulgairement *sels* et *pierres*, savoir : l'aspect vitreux dans les cristaux, et terreux dans les masses non cristallines. Elles ont de la transparence, quand elles sont cristallisées et pures, et n'ont point de couleur propre, quand leur acide est formé par un corps simple non métallique,

et qu'elles sont à base terreuse ou alcaline. Celles qui ont pour base un oxyde de métal proprement dit, sont réductibles, avec plus ou moins de facilité, en globule métallique, par le moyen du chalumeau et des réactifs. Cet exposé des classes de la méthode minéralogique se trouve résumé dans le Tableau suivant :

				Classes.
Règne inorganique.	Ier Sous-Règne, ou Règne atmosphérique.	Substances atmosphériques (*Atmosphærilia*), à l'état aériforme.		Les Gaz.
	IIe Sous-Règne, ou Règne minéral.	Substances terrestres, ou Minéraux proprement dits (*Mineralia*), à l'état solide, en général, très-rarement liquides.	I. Combustibles non métalliques. . .	Les Combustibles (*Inflammabilia*).
			II. Combustibles métalliques. . . .	Les Métaux (*Metalla*).
			III. Non combustibles.	Les Pierres (*Lapides*).

Le premier Sous-Règne ne comprend qu'une seule classe, celle des Substances atmosphériques ou des Gaz. Nous ne citerons ici ces substances que pour mémoire, leur étude appartenant tout entière à la chimie. On peut les diviser en deux ordres, les *Simples* et les *Composées*.

1er Ordre. *Simples*.

Espèces. 1. Oxygène, O.
2. Azote, Az.
3. Hydrogène, H.

2e Ordre. *Composées*.

Espèces. 1. Air atmosphérique (O,Az).
2. Eau (en vapeur), HO.
3. Acide carbonique, CO^2.
4. Acide sulfureux, SO^2.
5. Acide sulfhydrique SH.
6. Acide chlorhydrique, ClH.

7. Ammoniaque, $Az H^3$.
8. Hydrogène carboné (gaz des marais et des houillères) $C^2 H^4$.
9. Hydrogène phosphoré (P, H).

Le second Sous-Règne est pour nous le véritable règne minéral, celui qui comprend les espèces minérales proprement dites, et dont nous allons développer la classification, d'après les principes précédemment exposés.

CLASSIFICATION

DES

ESPÈCES MINÉRALES

BASÉE SUR LES RAPPORTS PLUS OU MOINS GÉNÉRAUX DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET DE LA FORME CRISTALLINE (1).

I. CLASSE DES COMBUSTIBLES NON MÉTALLIQUES.

A. LES CHARBONNEUX.

Ier Ordre. CHARBONS (proprement dits).

Cubiques. 1. Diamant, C.
Dirhomboédriques. 2. Graphite, C.

Appendice. Charbons fossiles (d'origine végétale).

Anthracite.
Houille.
Lignite.
Tourbe.
Humus.

IIe Ordre. HYDROCARBURES.

* Solides et cristallins.

Rhombiques. 1. Naphthaline, $C^{20}H^8$.
Klinorhombiques. 2. Hartite, C^6H^5.
3. Schéerérite, CH^2.
4. Kœnlite, C^2H.

(1) On a eu aussi égard aux différences d'aspect extérieur, et, dans certaines parties de la méthode, à celles de la dureté et de la densité.

** Amorphes, mous ou liquides.

(Suifs minéraux; cires, poix, huiles minérales; bitumes.)

Idrialine, C^3H.
Ozokérite, CH.
Élatérite, CH^2.
Naphte, $C^{14}H^{13}$.
Pétrole. Naphte mêlé d'asphalte.
Asphalte.
— visqueux (malthe; pissasphalte).
— solide (asphalte proprement dit).

Appendice. Résines fossiles (d'origine végétale). C, H, O.

Rétinite (rétinasphalte).
Copalite.
Succinite.
Succin.

IIIe Ordre. Sels organiques.

Quadratiques.	1. Mellite.
Rhombiques.	2. Conistonite.
Klinorhombiques.	3. Whewellite.
	4. Oxalite.

Appendice. Amorphes (d'origine animale).

Guano.

B. Les sulfureux.

IVe Ordre. Soufres.

Rhombiques.	1. Soufre natif, S.
	2. Sélénium sulfurifère, Se, S.

II. Classe des combustibles métalliques.

(Métaux et minerais combustibles.)

A. Métaux libres ou mélangés.

Ier Ordre. Métaux natifs.

Tribu 1. *Rhomboédriques.*

* Gazolytes. Espèces 1. Osmium (iridifère). Os.
2. Arsenic. As.
— Arsenic bismuthifère (As, Bi).
3. Tellure. Te.

** Leucolytes.

4. Antimoine. Sb.
— Antimoine arsénifère (Sb, As).

5. Bismuth. Bi.
— Bismuth tellurifère (tétradymite) (Bi, Te).

Tribu 2. *Quadratiques.*

6. Étain. Sn.

Tribu 3. *Cubiques.*

7. Mercure. Hg.
— Mercure argental. $Hg^2 Ag$.
— Arquérite. $Hg Ag^6$.

8. Plomb. Pb.

9. Argent. Ag.

*** Chroïcolytes.

10. Cuivre. Cu.

11. Fer. Fe.

12. Palladium. Pd.
— Palladium aurifère.

13. Rhodium aurifère. Rh, Au.

14. Or. Au.
— Or argentifère (electrum). Au, Ag.

15. Platine. Pt.
— Platine ferrifère.
— Platine rhodifère.
— Platine ruthénifère.

16. Iridium platinifère (Ir, Pt).

B. MÉTAUX COMBINÉS, OU ALLIAGES DÉFINIS.

IIe Ordre. ARSÉNIURES, ANTIMONIURES et TELLURURES (1).

Tribu 1. *Rhomboédriques.*

Genre rR.

Espèces 1. Nickéline rouge (Kupfernickel); dirhque. Ni As.
2. Breithauptite; dirh. Ni Sb.

Tribu 2. *Quadratiques.*

Genre rR^2. 3. Elasmose (Nagyagite). (Pb, Au) $(Te, S)^2$.

Tribu 3. *Rhombiques.*

4. Sylvanite (Au, Ag) Te^2.

(1) Dans cet ordre viendraient se placer les bismuthiures, s'il existait des combinaisons directes du bismuth avec les métaux électro-positifs.

Genre r^2R. 5. Discrase (argent antimonial). Ag^2Sb.
Genre rR^2. 6. Leukopyrite. $FeAs^2$.
7. Rammelsbergite. $\dot{N}iAs^2$.

Tribu 4. *Cubiques.*
8. Chloanthite. $NiAs^2$.
9. Smaltine (speiskobalt). $CoAs^2$.
Gen. rR^3. 10. Skuttérudite. $CoAs^3$.
Gen. rR. 11. Altaïte. PbTe.
12. Hessite. AgTe.

Tribu 5. *Adélomorphes.*
Domeykite.
Condurrite.
etc.

C. MÉTAUX MINÉRALISÉS.

(*Minerais non oxydés : Glanze, Kiese et Blenden des Allemands.*)

IIIe Ordre. Sulfures et Séléniures simples.

Tribu 1. *Cubiques.*

Genre rR.

Espèces. 1. Séléniure d'argent. AgSe.
2. Séléniure de cuivre. $\mathrm{\text{Ȼ}u}Se$.
3. Eukaïrite (sélén. de cuivre et d'argent).
4. Argyrose (sulfure d'argent). AgS.
5. Galène (sulf. de plomb). PbS.
— cuproplumbite ($2PbS, Cu^2S$).
6. Séléniure de plomb. PbSe.
7. Blende (sulf. de zinc). Tétraèd. ZnS.
8. Alabandine. MnS.

Genre r^3R^4. 9. Linnéite (Koboldine). Co^3S^4.
10. Sulfure de cobalt et de nickel $(Co, Ni)^3S^4$.
— bismuthifère (nickelwismuthglanz) $(Ni, Co)^3(S, Bi)^4$.

Genre rR^2. 11. Cobalt gris (cobaltine). $Co(S^2, As^2)$. — Hexadièd.
12. Disomose. $Ni(S^2, As^2)$.
13. Nickel gris (ullmannite). $Ni(S^2, Sb^2)$.
14. Hauérite. MnS^2.
15. Pyrite. FeS^2.

Tribu 2. *Rhombiques.*

16. Marcassite (speerkies). $Fe\,S^2$.
17. Mispickel. $Fe\,(S^2, As^2)$.
— cobaltifère (danaïte).

Genre r^2R. 18. Chalkosine (sulfure de cuivre). Cu^2S.
19. Stromeyérine. (Cu^2S, AgS).

Genre r^2R^3. 20. Bismuthine. Bi^2S^3.
21. Stibine (sulf. d'antimoine). Sb^2S^3.
22. Orpiment. As^2S^3.

Tribu 3. *Klinorhombiques.*

Genre rR. 23. Réalgar. As^2S^2.
24. Kermès. $2\,Sb^2S^3+Sb^2O^3$.

Tribu 4. *Rhomboédriques.*

Genre rR. 25. Cinabre (sulfure de mercure). HgS.
26. Millérite (haarkise). NiS.
27. Pyrrhotine (pyrite magnétique). FeS; ou Fe^7S^8. Dirhomb.
28. Greenockite. CdS. Dirhomb.
29. Covelline. CuS.

Genre rR^2. 30. Molybdénite. MoS^2.

Tribu 5. *Adélomorphes.*

31. Woltzite. $4\,ZnS+ZnO$.
etc.

IVᵉ Ordre. SULFURES MULTIPLES (Sulfo-sels).

Tribu 1. *Quadratiques.*

Genre $\overset{I}{r}{}^2\overset{II}{R}$.

Espèces. 1. Stannine (étain pyriteux). $(\overset{I}{Cu}+\overset{I}{Fe})^2\overset{II}{Sn}$.
2. Chalkopyrite (cuivre pyrit.). $(\overset{I}{Cu}+\overset{I}{Fe})^2\overset{II}{Fe}$.

Tribu 2. *Cubiques.*

Genre $\overset{I}{r}{}^4\overset{II}{R}$. 3. Phillipsite (cuiv. panaché). $(3\,\overset{I}{Cu}+\overset{I}{Fe})^4\overset{II}{Fe}$.
4. Cubane $(3\,\overset{I}{Fe}+\overset{I}{Cu})^4\overset{II}{Fe}$.

Genre $\overset{I}{r}{}^4\overset{III}{R}$. 5. Tétraédrite (cuivre gris). $(\overset{I}{Cu}, \overset{I}{Ag}; \overset{I}{Fe}, \overset{I}{Zn})^4(\overset{III}{Sb}, \overset{III}{As})$.
— Tennantite; binnite.
6. Steinmannite. $\overset{I}{Pb}{}^4\overset{III}{Sb}$.

Tribu 3. *Rhombiques.*

Genre $\overset{I}{r}{}^{3}\overset{III}{R}$. 7. Énargite. $\overset{I}{Cu}{}^{3}\overset{III}{As}$.

8. Bournonite $(\overset{I}{Cu} + 2\,\overset{I}{Pb})^{3}\,\overset{III}{Sb}$.

9. Freieslébénite (bournonite plumbo-argentifère). $(\overset{I}{Ag} + 2\,\overset{I}{Pb})^{4}.\ \overset{III}{Sb}$.

10. Nadelerz $(\overset{I}{Cu} + 2\,\overset{I}{Pb})^{3}.\ \overset{III}{Bi}$.

Genre $\overset{I}{r}\overset{III}{R}$. 11. Sulfure de cuivre et d'antimoine. $\overset{I}{Cu}\,\overset{III}{Sb}$.

12. Zinkénite. $\overset{I}{Pb}\,\overset{III}{Sb}$.

13. Jamesonite. $\overset{I}{Pb}{}^{\frac{3}{2}}\,\overset{III}{Sb}$.

Genre $\overset{I}{r}{}^{2}\overset{III}{R}$. 14. Plumosite (Federerz). $\overset{I}{Pb}{}^{2}\,\overset{III}{Sb}$.

15. Dufrénoysite. $\overset{I}{Pb}{}^{2}\,\overset{III}{As}$.

Genre $\overset{I}{r}{}^{5}\overset{III}{R}$. 16. Géokronite. $\overset{I}{Pb}{}^{5}.\ \overset{III}{Sb}$.

17. Sternbergite.

Genre $\overset{I}{r}{}^{6}\overset{III}{R}$. 18. Psathurose (argent noir).

Tribu 4. *Rhomboédriques.*

Genre $\overset{I}{r}{}^{9}\overset{III}{R}$. 19. Polybasite. $\overset{I}{Ag}{}^{9}.\ \overset{III}{Sb}$.

20. Xanthocone. $\overset{I}{Ag},\ \overset{III}{As}$.

21. Proustite (argent rouge clair). $\overset{I}{Ag}{}^{3}.\ \overset{III}{As}$.

22. Pyrargyrite (arg. rouge sombre). $\overset{I}{Ag}{}^{3}.\ \overset{III}{Sb}$

Tribu 5. *Klinorhombiques.*

Genre $\overset{I}{r}\overset{III}{R}$. 23. Miargyrite. $\overset{I}{Ag}\,\overset{III}{Sb}$.

24. Plagionite. $\overset{I}{Pb}{}^{\frac{4}{3}}\,\overset{III}{Sb}$.

Tribu 6. *Adélomorphes.*

Berthiérite.
Boulangérite.
Brongniardite.
Kobellite.
etc.

III. CLASSE DES MINÉRAUX NON COMBUSTIBLES.

A. OXYDES.*

Ier Ordre. Oxydes métalliques (Erze).

Tribu 1. *Cubiques.*

Genre $\dot{\mathrm{r}}$.

Espèces. 1. Cuprite (Ziguéline). $\dot{\bar{\mathrm{Cu}}}$.

Genre $\dddot{\bar{\mathrm{R}}}$. 2. Arsénolite. $\dddot{\bar{\mathrm{As}}}$.

3. Sénarmontite. $\dddot{\bar{\mathrm{Sb}}}$.

Genre $\dot{\mathrm{r}}\dddot{\bar{\mathrm{R}}}$. 4. Sidérochrome. $\dot{\mathrm{Fe}}\dddot{\bar{\mathrm{Cr}}}$.

— irite (Sidér. iridifère).

5. Franklinite ($\dot{\mathrm{Zn}}\dddot{\bar{\mathrm{Mn}}}$, $\dot{\mathrm{Fe}}\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}$).

6. Fer aimant. $\dot{\mathrm{Fe}}\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}$.

— isérine (fer aimant titanifère).

Tribu 2. *Rhomboédriques.*

Genre $\dddot{\bar{\mathrm{R}}}$. 7. Fer oligiste. $\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}$.

— Martite (fer oligiste épigène).

8. Craïtonite ($\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, $\dddot{\bar{\mathrm{Ti}}}$).

— ilménite, basanomélane, etc.

9. Oxyde chromique.

Tribu 3. *Rhombiques.*

a. Hydratés.

Genre $\dddot{\bar{\mathrm{R}}}\dot{\mathrm{H}}$. 10. Gœthite. $\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}\dot{\mathrm{H}}$.

— Limonite.

11. Manganite. $\dddot{\bar{\mathrm{Mn}}}\dot{\mathrm{H}}$.

— Varvicite.

Genre $\ddot{\mathrm{R}}\dot{\mathrm{H}}$. 12. Groroilite.

b. Anhydres.

Genre $\ddot{\mathrm{R}}$. 13. Pyrolusite. $\ddot{\mathrm{Mn}}$.

— Polianite.

Genre $\dot{\mathrm{r}}$. 14. Zincite (oxyde de zinc manganésifère). $\dot{\mathrm{Zn}}$.

Genre $\dddot{\bar{\mathrm{R}}}$. 15. Valentinite (exitèle). $\dddot{\bar{\mathrm{Sb}}}$.

16. Arsenphyllite (arsénite). $\dddot{\bar{\mathrm{As}}}$.

Genre $\ddot{\mathrm{R}}$. 17. Brookite. $\ddot{\mathrm{Ti}}$?

Tribu 4. *Quadratiques.*

Genre $\ddot{R}$. 18. Anatase. $\ddot{Ti}$?

19. Rutile. $\ddot{Ti}$.

— nigrine.

20. Cassitérite (oxyde d'étain). $\ddot{Sn}$.

Genre $\dot{r}\ddot{R}$. 21. Braunite. $\dot{Mn}\ddot{Mn}$.

Genre $\dot{r}^2\ddot{R}$. 22. Hausmannite. $\dot{Mn}^2\ddot{Mn}$.

Tribu 5. *Klinorhombiques.*

Genre $\dot{r}^3\dddot{R}^2$. 23. Crednérite. $\dot{Cu}^3\dddot{Mn}^2$.

Tribu 6. *Adélomorphes.*

Psilomélane.

Wad.

Cobalt noir terreux.

Ténorite ; mélaconise. $\dot{Cu}$.

Uranocre. $\dddot{U}$.

etc.

IIe Ordre. Oxydes terreux (d'aspect lithoïde).

Tribu 1. *Cubiques.*

Genre $\dot{r}$.

Espèces 1. Périclase. $\dot{Mg}$.

Tribu 2. *Rhomboédriques.*

2. Brucite. $\dot{Mg}\dot{H}$.

3. Eau (à l'état de glace). $\dot{H}$.

Genre $\dddot{R}$. 4. Silice (quarz). $\dddot{Si}$.

Genre $\dddot{R}$. 5. Alumine (Corindon). $\dddot{Al}$.

6. Hydrargillite. $\dddot{Al}\dot{H}^3$.

Tribu 3. *Rhombiques.*

7. Diaspore. $\dddot{Al}\dot{H}$.

Tribu 4. *Klinoédriques.*

8. Sassoline (acide borique). $\dddot{Bo}\dot{H}^3$.

B. HALOÏDES (1).

IIIe Ordre. Chlorures, Fluorures, Iodures et Bromures.

Tribu 1. *Cubiques.*

Genre rR.

Espèces 1. Sel gemme. Na Cl.
2. Sylvine. K Cl.
3. Salmiac. $Az H^4 Cl$.
4. Fluorine. Ca F.
5. Yttrocérite (Ca, Ce, Yt) F.
6. Kérargyrite. Ag Cl.
7. Embolite. Ag (Cl, Br).
8. Bromite. Ag Br.

Tribu 2. *Rhomboédriques.*

9. Iodite. Ag I.
10. Fluocérite.

Tribu 3. *Quadratiques.*

11. Calomel. Hg Cl.
12. Coccinite. Hg I.
13. Chiolithe. $Na F + \left(\frac{1}{2} \text{ ou } \frac{2}{3}\right) Al^2 F^3$.

Tribu 4. *Rhombiques.*

14. Cryolithe. $Na F + \frac{1}{3} Al^2 F^3$.
15. Cotunnite. Pb Cl.

IVe Ordre. Oxy-chlorures.

Tribu 1. *Quadratiques.*

* Anhydres.

Espèces 1. Matlockite. $Pb Cl + \dot{P}b$.

Tribu 2. *Rhombiques.*

2. Mendipite. $Pb Cl + \dot{P}b^2$.

** Hydratés.

3. Atacamite. $Cu Cl + \dot{C}u^3 + \dot{H}^4$
$= Cu\left(\frac{1}{4} Cl + \frac{3}{4} O\right) + \dot{H}$.

(1). Ce mot est pris ici dans le sens que Berzélius lui donnait habituellement.

C. OXY-SELS.

α. *Sels à acides de métalloïdes ou de métaux légers.*

Ve Ordre. Aluminates.

(Commencement des Gemmes, ou pierres précieuses.)

Tribu 1. *Cubiques.*

Genre $\dot{r}\dddot{R}$.

Espèces 1. Spinelle. $\dot{Mg}\dddot{Al}$.

— pléonaste.

2. Gahnite; Automolite. $\dot{Zn}\dddot{Al}$.

— Kreittonite.

— Dysluite.

3. Hercynite. $\dot{Fe}\dddot{Al}$.

Tribu 2. *Rhombiques.*

4. Cymophane. $\dddot{G}\dddot{Al}^{3}$.

VIe Ordre. Silicates alumineux (1).

Groupe des Sclérites, ou pierres dures (suite des Gemmes).

Dureté généralement supérieure à celle du quarz; densité, en général, au-dessus de 3.

Tribu 1. *Rhombiques.*

1. Cordiérite. $\dot{Mg}^{3}\dddot{Al}^{3}\dddot{Si}^{5}$.

2. Topaze. $\dddot{Al}$, $Al^{2}F^{3}$, $\dddot{Si}$.

Tribu 2. *Klinoédriques.*

3. Axinite. $\dot{Ca}$, $\dddot{Bo}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$.

Tribu 3. *Rhomboédriques.*

4. Tourmaline. $\dot{r}$, $\dddot{Bo}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$.

5. Phénakite. $\dddot{G}\dddot{Si}$.

6. Emeraude. $\dddot{G}\dddot{Al}\dddot{Si}^{4}$.

(1) L'ordre des Silicates alumineux étant considérable, je l'ai partagé en sous-ordres ou groupes secondaires, d'après certaines analogies extérieures, avant d'en venir aux subdivisions par les systèmes cristallins. Cela m'a permis de conserver certains groupes assez naturels, pour qu'on les retrouve dans la plupart des classifications modernes, tels que les groupes des Gemmes, des Feldspaths et des Zéolithes.

Tribu 4. *Klinorhombiques.*

7. Euclase. $\ddot{G}^2 \dddot{Al}^2 \dddot{Si}^3$.

Tribu 5. *Quadratiques.*

8. Zircon. $\dddot{Zr} \dddot{Si}$.

Tribu 6. *Cubiques.*

9. Grenat. $\dot{r}^3 \dddot{R} \dddot{Si}$.
10. Helvine.

Groupe des Hyposclérites, ou pierres demi-dures.

Pierres communes, à bases terreuses; dureté moyenne de 5 à 7.

Tribu 1. *Quadratiques.*

Genre $\dot{r}^3 \dddot{R} \dddot{Si}^2$. 1. Idocrase.

Genre $\dot{r}^3 \dddot{Al}^2 \dddot{Si}^4$. 2. Wernérite; Scapolite.
— couzéranite.
— dipyre.
— méionite.
— gehlénite.
— sarcolithe du Vésuve.
— humboldtilithe; mélilithe.

Tribu 2. *Rhombiques.*

Genre $\dddot{R}^4 \dddot{Si}^3$. 3. Andalousite; Macle.

Genre $\dddot{R}^2 \dddot{Si}$. 4. Staurotide.

Tribu 3. *Klinobasiques.*

Genre $\dddot{R}^3 \dddot{Si}^2$. 5. Disthène.
— sillimanite.

Genre $\dot{r}^3 \dddot{R}^2 \dddot{Si}^3$. 6. Epidote.

Genre $\dot{r}^3 \dddot{R}^2 \dddot{Si}^3$. 7. Sphène. $\dot{Ca}^3 \dddot{Ti}^2 \dddot{Si}^2$.
8. Keilhauite.
9. Mosandrite.

Groupe des Feldspaths. $\dot{r} \dddot{Al} \dddot{Si}^{\frac{n}{3}}$.

Spaths siliceux durs, à bases alcalines et anhydres. Dureté se rapprochant de celle du quarz.

Tribu 1. *Klinobasiques.*

Espèces 1. Pétalite. $\dot{Li} \dddot{Al}. \dddot{Si}^{\frac{16}{3}}$. (1:3:16).
— Castor.

2. Triphane; spodumène. $\dot{Li}\,\dddot{Al}.\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}$. (1:3:8).

3. Baulite? $\dot{K}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{8}$. (1:3:24).

4. Orthose. $\dot{K}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{4}$. (1:3:12).

— ryacolithe; sanidine.

5. Albite. $\dot{Na}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{4}$. (1:3:12).

— périkline ($\dot{Na}$, $\dot{K}$).

6. Oligoclase ($\dot{Na}$, $\dot{K}$, $\dot{Ca}$) $\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{3}$. (1:3:9).

7. Andésine ($\dot{Na}$, $\dot{Ca}$) $\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}$. (1:3:8).

— pollux.

8. Labradorite ($\dot{Ca}$, $\dot{Na}$) $\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{2}$. (1:3:6).

— saussurite; vosgite.

9. Anorthite. $\dot{Ca}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}$. (1:3:4).

— amphodélite.

— indianite.

Tribu 2. *Rhomboédriques.*

10. Néphéline. $\dot{Na}\,\dddot{Al}.\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}$. Dirhomb. (1:3:4).

— Eléolithe; Davyne; Cancrinite.

Tribu 3. *Cubiques.*

11. Sodalithe. $\dot{Na}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}$, plus Na Cl.

12. Lapis-lazuli ($\dot{Na}$, $\dot{Ca}$), $\dddot{Al}$, $\dddot{Si}$, plus sulfure de sodium.

13. Haüyne. $\dot{Na}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}$, plus sulfate de soude et de chaux.

— Noséane; spinellane.

14. Amphigène. $\dot{K}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}$. (1:3:8).

Groupe des Zéolithes (Kouphonspaths).

Spaths siliceux légers, à bases alcalines, et hydratés. Dureté : 3,5 *à* 5,5. — *P.S.* 2 *à* 3, *et généralement au-dessous de* 2,5.

Tribu 1. *Cubiques.*

Espèces 1. Analcime. $\dot{Na}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}} + \dot{H}^{2}$.

2. Ittnérite. $\dot{Na}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}+\dot{H}^{2}$.

3. Glottalithe. $\dot{Ca}^{2}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}+\dot{H}^{8}$.

Tribu 2. *Quadratiques.*

4. Apophyllite. $\dot{K}\,(\dot{Ca}+2\,\dot{H})^{8}.\ \dddot{Si}^{10}$. (1).

5. Edingtonite. $\dot{Ba}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{3}+\dot{H}^{2}$. Sphénoéd.

6. Faujasite. $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{2}+\dot{H}^{9}$.

7. Gismondine. $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}+\dot{H}^{4}$.
— Abrazite.

Tribu 3. *Rhomboédriques.*

8. Lévyne. $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{2}+\dot{H}^{4}$.

9. Chabasie. $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}+\dot{H}^{6}$.
— phacolithe ; haydenite?

10. Gmélinite. $\dot{Na}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}+\dot{H}^{6}$. Dirh.
— hydrolite ; Herschélite-Lédérérite.

Tribu 4. *Rhombobasiques.*

11. Okénite $(\dot{Ca}+2\,\dot{H})^{3}\,\dddot{Si}^{4}$.

12. Zéagonite. $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{2}+\dot{H}^{4}$.

13. Harmotome calcaire. $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{3}+\dot{H}^{5}$.

14. Harmotome barytique. $\dot{Ba}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{3}+\dot{H}^{5}$.

15. Thomsonite. $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}+\dot{H}^{2}$.
— comptonite.

16. Prehnite. $\dot{Ca}^{2}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{2}+\dot{H}$.

Section des Stilbites.

17. Stilbite (Desmine). $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{4}+\dot{H}^{6}$.

18. Epistilbite $(\dot{Ca},\dot{Na})\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{4}+\dot{H}^{5}$.

19. Brewstérite $(\dot{Sr},\dot{Ba})\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{4}+\dot{H}^{5}$.

20. Heulandite (Stilbite) $\dot{Ca}\,\dddot{\bar{Al}}\,\dddot{Si}^{4}+\dot{H}^{5}$.
— Beaumontite.

(1) Quoique l'apophyllite ne contienne pas d'alumine, nous la laissons dans le groupe des Zéolithes, dont elle a toujours fait partie. La même remarque s'applique à quelques autres espèces du même groupe, telles que la pectolithe, la datolithe, etc.

Section des Mésotypes.

21. Mésotype (natrolithe). $\dot{Na}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{H}^2$.
— Brévicite. — Bergmannite, etc.

22. Mésolithe $(\dot{Na}, \dot{Ca})\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{H}^3$.
— Poonahlite; antrimolite.

23. Scolésite. $\dot{Ca}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{H}^3$.

24. Laumonite. $\dot{Ca}\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}} + \dot{H}^4$.
— caporcianite. — Leonhardite.

25. Pectolithe. $\dot{Ca}, \dot{Na}, \dddot{Si}, \dot{H}$.

26. Datolithe. $\dot{Ca}, \dddot{B}, \dddot{Si}, \dot{H}$.

Tribu 5. *Adélomorphes.*
Carpholithe.
etc.
⋮

Groupe des Phyllites (Micas et Chlorites).

Tribu 1. *Rhombobasiques.*

A. Anhydres : Micas.

1. Micas alcalins, à 2 axes. $\dot{K}\,\dddot{Si} + m\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}$.
— moscovites.
— Lépidolithes $(\dot{K}, \dot{Li})$.
— Lépidomélane.
— Damourite; paragonite; margarodite.
— Phlogopites.

2. Micas magnésiens, dits à 1 axe. $\dot{Mg}^3\,\dddot{Si} + m\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}$.
— Biotite.
— mica chromifère.
— Rubellane.

B. Hydratés : Chlorites. $\dot{Mg}, \dddot{Al}, \dddot{Si}, \dot{H}$.

1. Margarite $(\dot{Ca}, \dot{Mg})$.
— diphanite.

2. Ripidolithes (chlorites écailleuses).
— helminthe.

3. Clinochlores (chlorites talqueuses).

Tribu 2. *Rhomboédriques.*

4. Chlorites hexagonales. $\dot{Mg}^3\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{Mg}\,\dot{H}^2$.

— Pennine (mica triangulaire).
— Leuchtenbergite.
— chlorite blanche de Mauléon.

Tribu 3. *Adélomorphes.*

Euphyllite.
Xanthophyllite.
Pyrophyllite.
Nacrite.
Chloritoïcle.
Delessite (chlorite ferrugineuse).
Sismondine.
etc.

APPENDICE AUX SILICATES ALUMINEUX.

Argiles diverses.
Allophane.
Agalmatholithe.
⋮

VIIe Ordre. SILICATES NON ALUMINEUX.

Tribu 1. *Cubiques.*

Espèces 1. Eulytine (silicate de bismuth). Tétraédrique. $\dddot{Bi}^2\dddot{Si}^3$.

Tribu 2. *Rhomboédriques.*

α. Hydratés. 2. Dioptase. $\dot{Cu}^3\dddot{Si}^2+\dot{H}^3$.

3. Chrysocolle (malachite siliceuse). $\dot{Cu}^3\dddot{Si}^2+\dot{H}^6$. — Adélomorphe.

4. Eudialyte. $\dddot{Zr}\,\dot{r}^6\dddot{Si}^6$.
— Eukolite.

5. Cronstedtite. $Fe^3\dddot{Si}+\overline{\dddot{Fe}}\dot{H}^3$.

6. Pyrosmalithe $(\dot{Fe},\dot{Mn})^3\dddot{Si}^2$, plus hydrate et chlorure de fer.

7. Sidéroschisolithe. $\dot{Fe}^6\dddot{Si}+\dot{H}^3$.

8. Cérite (Thorite; Orangite) $(\dot{Ce},\dot{Th})^3\dddot{Si}+\dot{H}^3$.

Tribu 3. *Rhombiques.*

б. Anhydres, ou légèrement hydratés.

9. Gadolinite $(\dot{Ce},\dot{Fe},\dot{Yt})^3\dddot{Si}^2$.

10. Liévrite $(\dot{Fe}, \dot{Ca})^3\,\dddot{Si}^2 + \dot{Fe}\,\dddot{\overline{Fe}}$.

11. Smithsonite de Phillips (Calamine siliceuse). $\dot{Zn}^3\,\dddot{Si} + \dot{H}^{\frac{3}{2}}$.

12. Willémite. $\dot{Zn}^3\,\dddot{Si}$. Ordinairement rhomboèdrique.

— Troostite. — Knébélite. — Hébétine.

13. Téphroite. $\dot{Mn}^3\,\dddot{Si}$.

Groupe talqueux.

14. Péridot (chrysolithe et olivine). $\dot{Mg}^3\,\dddot{Si}$.

— monticellite; hyalosidérite; fayalite; forstérite.

15. Humite. $m.\,\dot{Mg}^4\,\dddot{Si} + (Mg\,F)^4\,Si\,F^3$.

— Chondrodite.

16. Villarsite. $\dot{Mg}^3\,\dddot{Si} + \dot{H}^{\frac{3}{4}}$.

17. Picrosmine. $\dot{Mg}^3\,\dddot{Si}^2 + \dot{H}^{\frac{3}{2}}$.

18. Talc. $5\,\dot{Mg}\,\dddot{Si} + \dot{Mg}\,\dot{H}^2$.

Appendice. Stéatite.

Magnésite siliceuse (de Beud[t] et de Brong[t]).

Picrolithe; Chrysotile.

Marmolithe-Serpentine. $2\,\dot{Mg}\,\dddot{Si}^{\frac{2}{3}} + \dot{Mg}\,\dot{H}^2$.

19. Ædelforsite (de Beud[t]). $\dot{Ca}\,\dddot{Si}$.

Tribu 4. *Klinorhombiques.*

Groupe pyroxénique. — $\dot{r}^3\,\dddot{Si}^2$.

20. Wollastonite. $\dot{Ca}^3\,\dddot{Si}^2$.

21. Pyrallolite. $\dot{Mg}^3\,\dddot{Si}^2$.

22. Pyroxène. $\dot{r}^3\,\dddot{Si}^2$.

— Diopside. $\dot{r} = (\dot{Ca}, \dot{Mg})$.

— Sahlite; Hedenbergite; Ægyrine $(\dot{Ca}, \dot{Fe})$.

— Augite $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe})$.

— Diallage $(\dot{Mg}, \dot{Fe})$.

— Hypersthène.

— Bronzite.

— Bustamite $(\dot{Mn}, \dot{Ca})$.

— Rhodonite; fowlérite; photizite. $\dot{Mn}^3\,\dddot{Si}^2$.

— Jeffersonite ($\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}, \dot{Zn}$).
— Achmite ($\dot{Na}, \dot{Fe}$).

Groupe amphibolique. $\dot{r}^4 \dddot{Si}^3$.

23. Amphibole.
— Trémolite $(\dot{Ca}, \dot{Mg})^4 \dddot{Si}^3 = \dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Mg}^3 \dddot{Si}^2$.
— Actinote ($\dot{Ca}, \dddot{Fe}$).
— Pargasite ; hornblende verte.
— Hornblende noire.
— Hornblende métalloïde.
— Anthophyllite ($\dot{Fe}, \dot{Mg}$).
— Arfwedsonite ($\dot{Na}, \dot{Fe}$).

Tribu 5. *Klinoédriques.*

24. Babingtonite $(\dot{Ca}, \dot{Fe})^6 \dddot{Si}^5 = 3\, \dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2$.
25. Leucophane. $\dot{Ca}^3 \dddot{G} \dddot{Si}^3 + Na F$.
— mélinophane.
26. Danburite ($\dot{Ca}, \dot{Na}$), $\dddot{Si}$, $\dddot{B}$.

Tribu 6. *Adélomorphes.*

Antigorite.
Chlorophœite.
Hisingerite.
Néphrite.
Pikrophylle.
etc.

VIIIe Ordre. Borates.

Tribu 1. *Cubiques.*

Anhydres. 1. Boracite. $\dot{Mg}^3 \dddot{B}^4$. Tétraédr.
2. Rhodizite. $\dot{Ca}^3 \dddot{B}^4$. id.

Tribu 2. *Klinorhombiques.*

Hydratés. 3. Borax. $\dot{Na} \dddot{B}^2 + \dot{H}^{10}$.
4. Larderellite.

Tribu 3. *Adélomorphes.*

Lagonite.
Hydroboracite.

Hydroborocalcite.
Boronatrocalcite.
etc.

IX[e] Ordre. Carbonates.

Tribu 1. *Rhomboédriques.*

α. Hydratés.

1. Parisite. $8\dot{Ce}\ddot{C}+\dot{Ce}\dot{H}^2+2\,CaF$. Dirh.
2. Calcaire bleu du Vésuve. $2\dot{Ca}\ddot{C}+\dot{Ca}\dot{H}^2$. Rhomb.

β. Anhydres.

Groupe des spaths carbonatés (karbonspaths, Br[t]).

Genre $\dot{r}\ddot{C}$. Rhomb[dre] de 105° à 107°.

3. Sidérose. $\dot{Fe}\ddot{C}$.
4. Mésitine; Pistomésite. $\dot{Fe}\ddot{C}+(1\text{ ou }2)\dot{Mg}\ddot{C}$.
5. Ankérite. $\dot{Fe}\ddot{C}+\dot{Ca}\ddot{C}$.
6. Oligonspath. $3\dot{Fe}\ddot{C}+2\dot{Mn}\ddot{C}$.
7. Diallogite. $\dot{Mn}\ddot{C}$.
8. Braunspath; spath brunissant $(\dot{Mn},\dot{Mg},\dot{Ca})\ddot{C}$.
9. Kapnite $(\dot{Fe},\dot{Zn})\ddot{C}$.
10. Calamine. $\dot{Zn}\ddot{C}$.
11. Magnésite ou Giobertite. $\dot{Mg}\ddot{C}$.
    — magnésite silicifère.
12. Dolomie. $\dot{Mg}\ddot{C}+\dot{Ca}\ddot{C}$.
13. Calcaire. $\dot{Ca}\ddot{C}$.
    — variété barytifère (baryto-calcite; néotype).
    — variété plumbifère (plumbo-calcite).

Tribu 2. *Rhombiques.*

α. Anhydres.

Genre $\dot{r}\ddot{C}$. Pr. rh. de 116° à 119°.

14. Arragonite. $\dot{Ca}\ddot{C}$.
    — variété strontianifère.
    — variété plumbifère (tarnowitzite).

15. Strontianite. $\dot{Sr}\ddot{C}a$.
16. Alstonite $(\dot{C}a, \dot{B}a)\ddot{C}$.
17. Withérite. $\dot{B}a\ddot{C}$.
18. Céruse (plomb blanc). $\dot{P}b\ddot{C}$.
19. Manganocalcite $(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{M}n)\ddot{C}$.
20. Junckérite ? $\dot{F}e\ddot{C}$.

6. Hydratés.

21. Lanthanite. $\dot{L}a\ddot{C}+\dot{H}^{3}$.
22. Thermonatrite. $\dot{N}a\ddot{C}+\dot{H}$.

Tribu 3. *Klinorhombiques.*

α. Hydratés.

23. Natron. $\dot{N}a\ddot{C}+\dot{H}^{10}$.
24. Trona; uroa. $\dot{N}a^{2}\ddot{C}^{3}+\dot{H}^{4}$.
25. Hydromagnésite. $\dot{M}g^{3}\ddot{C}^{3}+2\dot{M}g\dot{H}^{2}$.
26. Malachite. $\dot{C}u\ddot{C}+\dot{C}u\dot{H}$.
27. Azurite. $2\dot{C}u\ddot{C}+\dot{C}u\dot{H}$.

6. Anhydres.

28. Barytocalcite (de Brooke). $(\dot{B}a, \dot{C}a)\ddot{C}$.

Tribu 4. *Quadratiques.*

29. Cérasine. $\dot{P}b\ddot{C}+PbCl$.
— phosgénite.

Tribu 5. *Adélomorphes.*

Mysorine. $\dot{C}u^{2}\ddot{C}$.
Carbonate d'argent.
— de bismuth.
— d'urane.
Buratite.
Aurichalcite.
Nickelémeraude.
etc.

Xe Ordre. Hydrates.

Cité seulement pour mémoire (1).

(1) Ici viendraient se placer les espèces dans lesquelles l'eau joue réellement le rôle d'acide à l'égard des bases, et non pas celles où elle fait fonction de base à l'égard des acides ou des oxydes plus électro-négatifs. Mais, parce qu'il

XIe Ordre. Azotates, ou Nitrates.

Tribu 1. *Rhomboédriques.*

1. Natronitre. $\dot{Na}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Az}$.

Tribu 2. *Rhombiques.*

2. Nitre ou salpêtre. $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Az}$.

Tribu 3. *Adélomorphes.*

Nitrocalcite. $\dot{Ca}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Az} + \dot{H}$.

Nitromagnésite. $\dot{Mg}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Az} + \dot{H}$.

XIIe Ordre. Phosphates, arséniates et antimoniates.

Tribu 1. *Cubiques.*

Hydratés. 1. Pharmacosidérite. $\dot{Fe}^4\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Az} + \dot{H}^8$.

Tribu 2. *Rhombobasiques.*

2. Scorodite. $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{Fe}}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + \dot{H}^4$.

3. Vivianite. $\dot{Fe}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + \dot{H}^8$.

4. Erythrine. $\dot{Co}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + \dot{H}^8$.

5. Nikelocre. $\dot{Ni}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + \dot{H}^8$.

6. Bleinière. $\dot{Pb}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Sb} + \dot{H}^4$.

7. Dufrénite; Alluaudite. $\dot{Fe}^4\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + \dot{H}^3$.

8. Hétérosite. $(\dot{Fe}, \dot{Mn})^5\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2 + \dot{H}^2$.

9. Hureaulite. $(\dot{Mn}, \dot{Fe})^5\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2 + \dot{H}^5$.

10. Berzéliite. $(\dot{Mn}, \dot{Ca}\,\dot{Mg})^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}$.

Anhydres. 11. Triphyline $(\dot{Fe}, \dot{Mn}, \dot{Li})^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

12. Monazite (Edwarsite) $(\dot{Ce}, \dot{La})^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

13. Triplite $(\dot{Mn}, \dot{Fe})^4\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

14. Zwiesélite. $\dot{Fe}^4\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ fluoruré.

15. Warnérite. $\dot{Mg}^4\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ fluoruré.

16. Herdérite; allogonite. $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{Al}}$, $\dot{Ca}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$, $\dot{F}$.

17. Amblygonite. $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{Al}}\,(\dot{Li}, \dot{Na})\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$ fluor.

est souvent difficile de distinguer les deux cas, et que d'ailleurs l'eau joue souvent le rôle de substance neutre ou indifférente, nous avons, à l'exemple de la plupart des minéralogistes, rangé les oxydes hydratés à côté des oxydes anhydres correspondants.

Hydratés. 18. Klaprothite; Lazulithe. $\dddot{Al}, \dot{Mg}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}, \dot{H}$.

19. Kalaïte (Turquoise). $\dddot{Al}, \dot{Fe}, \dot{Cu}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}, \dot{H}$.

20. Childrénite. $2\dot{Fe}^4\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dddot{Al}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{H}^{15}$.

21. Wavellite. $\dddot{Al}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}^2+\dot{H}^{12}$.

22. Symplésite. $\dddot{Fe}, \dot{Fe}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}, \dot{H}$.

23. Haidingérite. $\dot{Ca}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\dot{H}^3$.

24. Pharmacolithe. $\dot{Ca}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\dot{H}^6$.

— picropharmacolithe.

25. Struvite. $(AzH^4O+\dot{Mg}^2)\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{H}^{12}$.

26. Lunnite (hypoleimme). $\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+3\dot{Cu}\dot{H}$.

27. Aphanèse; Abichite. $\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+3\dot{Cu}\dot{H}$.

28. Tyrolite (Kupferschaum). $\dot{Cu}, \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}, \dot{H}+\dot{Ca}\ddot{C}$.

29. Erinite (d'Haider). $\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+2\dot{Cu}\dot{H}$.

30. Libéthénite. $\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{Cu}\dot{H}$.

31. Olivénite. $\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{Cu}\dot{H}$.

32. Liroconite; Linsenerz. $(\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\dot{H}^{18})$
$+5\dot{Cu}\dot{H}$.

33. Euchroïte. $(\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\dot{H}^{6})+\dot{Cu}\dot{H}$.

Tribu 3. *Rhomboédriques.*

34. Chalkophyllite. $(\dot{Cu}^8\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+\dot{H}^{18})+6\dot{Cu}\dot{H}$.
Rhomb.

Anhydres. 35. Pyromorphite. $3\dot{Pb}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+PbCl$. Dirh.

36. Mimétésite. $3\dot{Pb}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+PbCl$. Dirh.

— Hédyphane; polysphærite.

37. Apatite. $3\dot{Ca}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+CaCl$. Dirh.

Tribu 4. *Quadratiques.*

38. Xénotime. $\dot{Y}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

39. Cryptolithe. $\dot{Ce}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

40. Roméine. $\dot{Ca}^3\dddot{Sb}.\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Sb}$.

Hydratés. 41. Chalkolithe. $(\dot{Cu}+\dddot{U}^2)\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{H}^8$.

42. Uranite. $(\dot{Ca}+\dddot{U}^2)\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+\dot{H}^8$.

Tribu 5. *Adélomorphes.*

Arséniosidérite.
Condurrite.
Delvauxite.
Diadochite.
Kakoxène.
Gibbsite.
Plombgomme.
Tétraphyline.
etc.

XIII[e] Ordre. Sulfates et Séléniates.

Tribu 1. *Cubiques.*

Solubles. 1. Aluns. $r\dddot{\bar{A}l}.\dddot{S}^4\dot{H}^{24}$.
— hydratés. — potassique. $\dot{K}\dddot{\bar{A}l}$.
— sodique. $\dot{Na}\dddot{\bar{A}l}$.
— ammonique $(\dot{Az}H^4)\dddot{\bar{A}l}$.
— magnésien (Pitkéringite).
— manganésien (Apjohnite).
— ferreux (Halotrichite).
2. Voltaïte. $\dddot{\bar{F}e}\,\dot{Fe}\,\dddot{S}^4\,\dot{H}^{24}$.

Tribu 2. *Rhomboédriques.*

3. Alunogène. $\dddot{\bar{A}l}\dddot{S}^3+\dot{H}^{18}$.
4. Coquimbite. $\dddot{\bar{F}e}\dddot{S}^3+\dot{H}^9$.
5. Copiapite. $\dddot{\bar{F}e}^2\dddot{S}^5+\dot{H}^{18}$.
Insolubles. 6. Alunite. $\dot{K}\dddot{\bar{A}l}^3\dddot{S}^4+\dot{H}^6$.
7. Aluminite (ou Webstérite). $\dddot{\bar{A}l}\dddot{S}+\dot{H}^9$.

Tribu 3. *Rhombobasiques.*

8. Brochantite. $\dot{Cu}\dddot{S}+3\dot{Cu}\dot{H}$.
9. Linarite. $\dot{Pb}\dddot{S}+\dot{Cu}\dot{H}$.
Anhydres. 10. Lanarkite. $\dot{Pb}\dddot{S}+\dot{Pb}\ddot{C}$.
11. Calédonite. $3\dot{Pb}\dddot{S}+2\dot{Pb}\ddot{C}+\dot{Cu}\ddot{C}$.
12. Leadhillite. $\dot{Pb}\dddot{S}+3\dot{Pb}\ddot{C}$.
— Suzannite, id. Rhomboédr.
13. Anglésite. $\dot{Pb}\dddot{S}$.
14. Séléniate de plomb. $\dot{Pb}\dddot{Se}$.

15. Barytine. $\dot{B}a\,\dddot{S}$.
— Kalkbaryte. $\dot{B}a\,\dddot{S} + \dot{C}a\,\dddot{S}$.
— Dréelite. $\dot{B}a\,\dddot{S}, \dot{C}a\,\ddot{C}$. Rhomboédriq.
— barystrontianite. $\dot{B}a\,\dddot{S} + 4\,\dot{S}r\,\ddot{C}$.
— Calstronbaryte. $\dot{B}a\,\dddot{S} + (\dot{S}r, \dot{C}a)\,\ddot{C}$.
16. Célestine. $\dot{S}r\,\dddot{S}$.
17. Karsténite; anhydrite. $\dot{C}a\,\dddot{S}$.
— Polyhalite.

Solubles.

— hydratés. 18. Gypse. $\dot{C}a\,\dddot{S} + \dot{H}^{2}$.
19. Astrakanite. $\dot{M}g\,\dddot{S} + \dot{N}a\,\dddot{S} + \dot{H}^{4}$.
20. Mascagnine. $(\overline{Az\,H^{4}})\,\dddot{S}$.

Anhydres. 21. Arcanite. $\dot{K}\,\dddot{S}$.
22. Thénardite. $\dot{N}a\,\dddot{S}$.
23. Glaubérite. $\dot{N}a\,\dddot{S} + \dot{C}a\,\dddot{S}$.

Hydratés. 24. Mirabilite (sel de Glauber). $\dot{N}a\,\dddot{S} + H^{10}$.
25. Epsomite (sel d'Epsom). $\dot{M}g\,\dddot{S} + \dot{H}^{7}$.
26. Goslarite (vitriol blanc). $\dot{Z}n\,\dddot{S} + \dot{H}^{7}$.
27. Biebérite; rhodalose. $\dot{C}o\,\dddot{S} + \dot{H}^{7}$.
28. Mélantérite; couperose. $\dot{F}e\,\dddot{S} + \dot{H}^{7}$.
29. Botryogène. $\dot{F}e^{3}\,\ddot{\bar{F}}e^{3}\,\dddot{S}^{6} + \dot{H}^{36}$.
30. Johannite. $\dddot{\bar{U}}, \dddot{S}, \dot{H}$.

Tribu 4. *Klinoédriques.*

31. Cyanose. $\dot{C}u\,\dddot{S} + \dot{H}^{5}$..

Tribu 5. *Adélomorphes.*

Pittizite.
Löwéite.
Blœdite.
Pissophane.
etc.

B. Sels à acides de métaux lourds.

XIVe Ordre. CHROMATES et VANADATES.

Tribu 1. *Rhomboédriques.*

1. Vanadinite. $3\,\dot{P}b^{3}\,\dddot{V} + Pb\,Cl$. Diromb.
2. Volborthite. $\dot{C}u, \dddot{V}$.

Tribu 2. *Rhombiques.*

3. Descloizite. $\dot{Pb}^2 \dddot{V}$.
4. Mélanochroïte. $\dot{Pb}^3 \dddot{Cr}^2$.

Tribu 3. *Klinorhombiques.*

5. Vauquelinite. $(\dot{Pb}, \dot{Cu})^3 \dddot{Cr}^2$.
6. Crocroïse (plomb rouge). $\dot{Pb} \dddot{Cr}$.
7. Déchenite. $\dot{Pb} \dddot{V}$.
8. Vanadate de plomb et de cuivre, $(\dot{Pb}, \dot{Cu})^6 \dddot{V}$.

XVe Ordre. TUNGSTATES et MOLYBDATES.

Tribu 1. *Klinorhombiques?*

1. Wolfram. $(\dot{Fe}, \dot{Mn}) \dddot{W}$.

Tribu 2. *Quadratiques.*

2. Schéelite. $\dot{Ca} \dddot{W}$.
3. Schélitine; Stolzite. $\dot{Pb} \dddot{W}$.
4. Mélinose (plomb jaune). $\dot{Pb} \dddot{Mo}$.

XVIe Ordre. TITANATES et TANTALATES.

Tribu 1. *Cubiques.*

1. Pérowskite. $(\dot{Fe}, \dot{Ca}) \ddot{Ti}$.
2. Pyrochlore. $(\dot{Ce}, \dot{Th}, \dot{Ca}), (\ddot{Nb}, \ddot{Ti})$.
   — microlithe.
3. Pyrrhite. $\dot{Ce}, \dot{Zr}, \ddot{Nb}$.

Tribu 2. *Quadratiques.*

4. Fergusonite. $(\dot{Yt}, \dot{Ce})^4 \ddot{Ta}$.
   — Tyrite.
5. Azorite. $\dot{Ca}, \ddot{Ta}, \ddot{Nb}$.

Tribu 3. *Klinorhombiques.*

6. Euxénite. $\dot{Yt}, \dot{U}, \dot{Ce}, \dot{Ca}; \ddot{Nb}, \ddot{Ti}$.
7. Rutherdorfite.

Tribu 4. *Rhombiques.*

8. Æschynite. $\ddot{Zr}, \dot{Ce}, \dot{La}; \ddot{Ti}, \ddot{Nb}$.
9. Polymignite. $\ddot{Zr}, \dot{Ce}, \ddot{Ti}$.
10. Mengite (G. rose). $\ddot{Zr}, \ddot{Fe}, \ddot{Ti}$.

11. Polycrase. $\dddot{Zr}, \dot{Ce}, \ddot{Ti}$.
12. Wöhlérite. $\dddot{Zr}, \dddot{Nb}; \dot{Ca}, \dot{Na}, \dddot{Si}$.
13. Yttrotantale. $\dot{Yt}^3 \ddot{Ta}$.
14. Uranotantale; Samarskite.
15. Tantalite de Finlande $(\dot{Fe}, \dot{Mn})^2 \ddot{Ta}^3$.
16. Tantalite de Bavière {Columbite / Niobite} $(\dot{Fe}, \dot{Mn})^2 \ddot{Nb}^3$, ou $(\dot{Fe}, \dot{Mn}) \dddot{Nb}$.

§ 18. *Des principales classifications, admises ou proposées jusqu'à ce jour.*

Afin qu'on puisse bien apprécier, non-seulement les différences qui existent entre le système précédent que nous adoptons, et ceux qui ont été admis ou proposés jusqu'à ce jour par les chimistes et les minéralogistes, mais surtout les points de ressemblance que nous nous sommes appliqué à maintenir entre notre classification et celles qui passent à juste titre pour les plus naturelles, nous croyons devoir offrir ici un résumé rapide des principales classifications qui ont été publiées depuis l'époque de Werner. Le grand nombre de ces classifications montrera d'ailleurs combien ont été vacillants les principes qui ont guidé jusqu'à présent les minéralogistes dans cette partie de la science, qu'on désigne sous le nom de systématique.

A. Classifications fondées principalement ou uniquement sur les propriétés naturelles (naturhistoriques).

1. *Classification de Werner*. 1817 (1).

Son dernier système, publié à Freyberg et à Vienne, date de 1817. Le célèbre professeur divise tous les minéraux en quatre grandes classes.

1re Classe. Les TERRES. Genres : 1. diamant, 2. zircon, 3. silice, 4. argile, 5. magnésie, 6. chaux, 7. baryte, 8. strontiane, 9. hallithe.

2e Classe. Les SELS. Genres : 1. acide carbonique, 2. acide nitrique, 3. acide muriatique, 4. acide sulfurique.

(1) Abraham Gottlob Werner's *Letztes Mineralsystem*. Freiberg et Vienne; 1817.

3[e] Classe. Les COMBUSTIBLES. Genres : 1. soufre, 2. bitume, 3. graphite, 4. résine.

4[e] Classe. Les MÉTAUX. Genres : 1. platine, 2. or, 3. mercure, 4. argent, 5. cuivre, 6. fer, 7. plomb, 8. étain, 9. bismuth, 10. zinc, etc.

2. *Classification de Mohs*. 1832 (1).

Cette classification est entièrement fondée sur les propriétés naturelles (naturhistoriques) des minéraux. Mohs groupe et partage tous les minéraux en trois classes.

1[re] Classe. Minéraux dont la densité est au-dessous de 3, 8; qui n'ont point d'odeur bitumineuse, et qui ont de la saveur, quand ils sont solides.

Cette classe se subdivise en quatre ordres : 1. les Gaz, 2. l'Eau, 3. les Acides, 4. les Sels.

2[e] Classe. Minéraux dont la densité est au-dessus de 1, 8, et qui sont sans saveur.

Cette classe se subdivise en 13 ordres qui sont : 1. les Haloïdes, 2. les Barytes, 3. les Kérates, 4. les Malachites, 5. les Micas, 6. les Spaths, 7. les Gemmes, 8. les Erze ou oxydes métalliques, 9. les Métaux, 10. les Kiese ou Pyritoïdes, 11. les Glanze ou Galénoïdes, 12. les Blendes ou Cinnabaroïdes, 13. les Soufres.

3[e] Classe. Minéraux dont la densité est au-dessous de 1, 8, qui, à l'état liquide, ont une odeur bitumineuse, et sont sans odeur à l'état solide.

Cette classe ne comprend que deux ordres : 1. les Bitumes, 2. les Charbons.

3. *Classification de Breithaupt*. 1832 *et* 1841 (2).

Cette classification, comme la précédente, est fondée uniquement sur les propriétés naturelles. Elle comprend quatre classes.

1[re] Classe. Les SELS. Cette classe se subdivise en 7 ordres : 1. les Hydroïtes, 2. les Carbonates, 3. les Halates, 4. les Nitrates, 5. les Sulfates, 6. les Alliates, 7. les Borates.

2[e] Classe. Les PIERRES. Cette classe se compose de 9 ordres :

(1) *Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreiches*, par Friederich Mohs, 1[er] vol. Vienne, 1832.

(2) *Vollstændiges Handbuch der Mineralogie*, par August Breithaupt ; Dresde et Leipsick, 1841.

1. les Phyllites, 2. les Chalcites, 3. les Spaths, 4. les Micas, 5. les Porodines, 6. les Ophites, 7. les Zéolithes, 8. les Grammites, 9. les Durs.

3ᵉ Classe. Les MINERAIS. Cette classe est partagée en 6 ordres : 1. les Erze, 3. les Kiese, 3. les Métaux, 4. les Glanze, 5. les Blendes, 6. les Kérates.

4ᵉ Classe. Les COMBUSTIBLES, divisés en 4 ordres : 1. les Soufres, 2. les Résines, 3. les Bitumes, 4. les Charbons.

4. *Classification de Haidinger*. 1845 (1).

La classification du célèbre minéralogiste n'est autre que celle de son maître Mohs, légèrement modifiée dans quelques parties. Comme dans celle-ci, il y a trois classes, auxquelles Haidinger donne les noms d'Acrogénides, de Géogénides et de Phytogénides. Chaque classe se partage en Ordres ; les Ordres en Genres, et les Genres en Espèces. Les genres ont un caractère composé qui dérive des trois caractères fondamentaux de la forme cristalline, de la dureté et de la densité ; le premier déterminé seulement d'une manière générale par l'indication du système cristallin, et chacun des deux autres par celle de deux nombres limités, entre lesquels la véritable valeur est comprise. L'espèce a pour fondement ces mêmes caractères, déterminés cette fois d'une manière complète et rigoureuse.

5. *Classification de M. Leymerie*. 1853 (2).

M. Leymerie, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, a publié l'essai d'une méthode qu'il appelle *éclectique* ou *wernérienne*, et qu'il développera dans l'important ouvrage dont la première partie a paru sous le nom de *Cours de Minéralogie*. Il a pris pour base l'ancienne méthode de Werner, mais en tenant compte des progrès qui ont été faits depuis lui dans les diverses parties de la science, et en suivant une marche éclectique, se servant à peu près de tous les caractères et changeant de point de vue, suivant la nature des minéraux à classer, autant de fois qu'il l'a cru nécessaire. Les minéraux sont d'abord partagés en deux grandes divisions : les *Minéraux inor-*

(1) *Handbuch der bestimmenden Mineralogie*, par Wilhelm Haidingerl, Vienne, 1845.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2ᵉ série, tome X, page 207.

ganiques, ou les Minéraux proprement dits, et les *Minéraux organiques*. Les premiers se subdivisent en cinq classes.

1re Classe. Les Gaz. Cette classe comprend deux sections : les gaz non acides, et les gaz acides.

2e Classe. Les Halides. Elle se compose de deux ordres : les halogènes, et les sels proprement dits. Ce dernier se divise en genres, caractérisés par la nature de l'acide.

3e Classe. Les Pierres. Elle se compose pareillement de deux ordres : les haloïdes, et les pierres proprement dites. Ces dernières, étant les plus nombreuses, sont subdivisées en douze familles : les gemmes, les mélaniens, les quarzeux, les feldspathiques, les cozéolithes, les zéolithes, les prismatiques, les amphiboliens, les micacés, les talqueux, les talcoïdes et les terreux.

4e Classe. Les Minéralisateurs. Soufre, sélénium, arsenic, etc.

5e Classe. Les Métaux. Cette grande classe est partagée en 25 genres, d'après les différents métaux que l'on rencontre à l'état de minerais, ou minéralisés. Ces genres sont les suivants : tellure, antimoine, bismuth, étain, tantale, titane, molybdène, tungstène, chrôme, cérium, manganèse, fer, cobalt, nickel, urane, cuivre, cadmium, zinc, plomb, mercure, argent, or, platine, iridium et palladium.

La division des organiques se partage en cinq familles : haloïdes, résines, stéariens, bitumes et charbons.

B. Classifications essentiellement chimiques.

α. D'APRÈS LES BASES.

1. *Classification de Haüy.* 1801 *et* 1822.

Haüy partage les minéraux en quatre classes.

1re Classe. Acides libres.

2e Classe. Substances métalliques hétéropsides (alcalis et terres). Genres : 1. chaux, 2. baryte, 3. strontiane, 4. magnésie, 5. alumine, 6. potasse, 7. soude, 8. ammoniaque. Appendice à la seconde classe. Silice.

3e Classe. Substances métalliques autopsides (métaux). 1er Ordre : non oxydables immédiatement, si ce n'est à un feu très-violent, et réductibles immédiatement. Genres : platine, iridium, or, argent. — 2e Ordre : oxydables et réductibles immédiatement. Genres : mercure. — 3e Ordre : oxydables, mais non réductibles immédiatement. Genres : plomb, nickel, cuivre, fer,

étain, zinc, bismuth, cobalt, arsénic, manganèse, antimoine, urane, molybdène, titane, schéelin, tellure, tantale, cérium.

4e Classe. Substances combustibles non métalliques. Soufre, diamant, anthracite, mellite.— Appendice : substances phytogènes.

Appendice général aux quatre classes. — Substances dont la classification est encore incertaine.

2. *Première classification de Berzélius.* 1815 (1).

Dans cette classification, où les espèces sont rangées d'après les principes électro-positifs, l'ensemble des minéraux est d'abord partagé en deux grandes classes, dont l'une comprend les corps formés d'après le principe de la composition inorganique (minéraux proprement dits), et l'autre ceux qui sont formés d'après le principe de la composition organique, ou qui sont des restes de l'organisation végétale ou animale.

La 1re Classe est sous-divisée en trois ordres, et chaque ordre en familles, ayant chacune pour base un corps simple; les familles sont rangées dans un ordre tel que les corps simples marchent progressivement depuis le plus électro-négatif jusqu'au plus électro-positif.

1er Ordre : métalloïdes. — Familles : oxygène, soufre, chlore, azote, bore, carbone, hydrogène.

2e Ordre : métaux électro-négatifs. — Familles : arsénic, chrôme, molybdène, antimoine, titane, silicium.

3e Ordre : métaux électro-positifs. — Familles : iridium, platine, or, mercure, palladium, argent, bismuth, étain, plomb, cuivre, nickel, cobalt, urane, zinc, fer, manganèse, cérium; zirconium, aluminium, yttrium, glucium, magnésium, calcium, strontium, barium, lithium, sodium, potassium.

La 2e Classe se sous-divise en six genres, qui sont : les corps organiques altérés, les corps résineux, les bitumes liquides, les bitumes solides, les charbons fossiles, les sels organiques.

6. D'APRÈS LES ACIDES.

1. *Classification de Beudant.* 1830 (2).

Beudant partage la série des espèces minérales en trois classes, fondées sur des caractères chimiques, qui offrent cet inconvé-

(1) *Schweigger's Journal*, t. XV, pag. 427. — Et *Nouveau système de Minéralogie*, par J.-J. Berzélius; Paris, 1819.

(2) *Traité élémentaire de Minéralogie*, 2e édition en 2 vol. Paris, 1830.

nient grave de ne pas appartenir aux espèces mêmes de la classe, mais de se rapporter seulement aux éléments qui servent de type aux familles de cette classe. Chaque classe est subdivisée en familles, qui ne sont que les équivalents des grands genres de la méthode inverse de Haüy, comme nous l'avons déjà fait remarquer ailleurs (voyez ci-dessus pag. 23). Les noms de ces familles dérivent de ceux des types ou éléments caractéristiques dont nous venons de parler.

Ire Classe. GAZOLYTES (1). — Substances renfermant comme type de leur famille, un élément électro-négatif, capable de produire des gaz permanents, en se combinant soit avec l'hydrogène ou le fluor. Cette classe se subdivise en 14 familles, et chacune de ces familles en genres, qui ne sont rien autre chose que les genres de la chimie moderne.

1re famille : *Silicides*. Genres : silice, silicates alumineux, silicates non alumineux.

2e famille : *Borides*. Genres : boroxyde, borate, borosilicate.

3e famille : *Carbonides*. Genres : carbone, carbure, carbonoxyde, carbonite, carbonate.

4e famille : *Hydrogénides*. Genres : hydrogène, eau, hydrate.

5e famille : *Nitrides*. Genres : azote, nitrate.

6e famille : *Sulfurides*. Genres : soufre, sulfure, sulfoxyde, sulfate.

7e famille : *Chlorides*. Genre : chlorure.

8e famille : *Iodides*. Genre : iodure.

9e famille : *Bromides*. Genre : bromure.

10e famille : *Phthorides*. Genres : phthorure, phthoro-silicate.

11e famille : *Sélénides*. Genre : séléniure.

12e famille : *Tellurides*. Genre : tellurure.

13e famille : *Phosphorides*. Genre : phosphate.

14e famille : *Arsénides*. Genres: arsénic, arséniure, Arsénoxyde, arsénite, arséniate.

IIe Classe. LEUCOLYTES. — Substances renfermant comme type de leur famille, un élément électro-négatif, ne formant point de gaz permanents, mais formant des solutions blanches avec les acides. Cette classe se sous-divise en 8 familles, qui sont : les antimonides, les stannides, les bismuthides, les

(1) C'est Ampère qui a imaginé ces noms de *Gazolytes*, de *Leucolytes* et de *Chroïcolytes*, que Beudant lui a empruntés, pour les transporter aux minéraux complexes, dont la réunion forme ses classes. Mais on doit remarquer que le célèbre physicien ne les appliquait qu'aux corps élémentaires, en sorte que le caractère et la dénomination se rapportaient à la même substance.

hydrargyrides, les argyrides, les plumbides, les aluminides et et les magnésides (1).

IIIe Classe. CHROÏCOLYTES. — Substances renfermant, comme type de leur famille, un élément plus ou moins électro-négatif, qui ne produit point de gaz permanents, mais forme avec les acides des dissolutions colorées. Cette classe se partage en 14 familles, qui sont : les titanides, les tantalides, les tungstides, les molybdides, les chromides, les uranides, les manganides, les sidérides, les cobaltides, les cuprides, les aurides, les platinides, les palladiides, les osmiides.

2. *Classification de Berzélius*. 1828, 1847 (2).

Dans cette classification, Berzélius abandonne le groupement par les bases, et revient au groupement par les acides ou les principes électro-négatifs. Il partage l'ensemble des minéraux en deux grandes divisions : les corps non oxydés, et les corps oxydés. Chacune de ces divisions se subdivise en classes, qui ne sont, à proprement parler, que des genres chimiques.

1re division. — Corps non oxydés. Cette division comprend les huit classes suivantes : les natifs (non combinés), les sulfures, les arséniures, les antimoniures, les tellurures, les osmiures, les aurures et les hydrargyrures.

2e division. — Corps oxydés. Cette division comprend seize classes, savoir : les oxydes, avec ou sans eau, les sulfates, les nitrates, les muriates et murio-carbonates, les phosphates, les fluates et fluo-silicates, les borates et boro-silicates, les carbonates et hydro-carbonates, les arséniates, les molybdates, les chromates, les wolframiates, les tantalates, les titanates, les silicates, et les aluminates.

3. *Classification de Hausmann*. 1813, 1845 (3).

M. Hausmann partage le règne minéral en treize grandes di-

(1) Plusieurs des éléments donnés ici comme types aux familles dans cette classe et surtout dans la suivante, étant fort peu électro-négatifs, ou même ne l'étant pas du tout à l'égard des autres éléments connus, il en résulte cette circonstance fâcheuse, que les familles finissent par se réduire à rien, un grand nombre d'entre elles ne comprenant qu'une seule espèce.

(2) *Poggendorff's Annalen*, t. XII, page 1, 1828. — Et Berzelius's, *Neues chemisches Mineral-system*, publié à Nuremberg en 1847.

(3) *Handbuch der Mineralogie*, par J.-Fréd.-Louis Hausmann ; Gottingue, 1845.

visions qu'il appelle *Classes*, d'après des différences dans la composition chimique : ces classes sont celles des Métalloïdes, des Métaux natifs, des Tellurides (ou Tellurures), des Antimonides, des Arsénides, des Sélénides, des Sulfurides, des Oxygénides, des Fluorides, des Chlorides, des Bromides et des Organoïdes (substances d'origine organique).

On voit que ces classes correspondent à nos ordres ou grands genres chimiques, et qu'elles sont disposées d'une manière à peu près semblable. Chaque classe se subdivise en ordres, et par exemple, la huitième, qui est la plus étendue de toutes, comprend, comme subdivisions, les silicates purs, les silicates avec sulfates, les silicates avec carbonates, avec borates, avec tantalates, avec titanates, les titanates purs, les tantalates, les tungstates, les molybdates, les chromates, etc.

4. *Classification de Brooke et de Miller*. 1852 (1).

Dans cette classification, les espèces sont partagées en groupes chimiques, qui rappellent les classes de la méthode précédente, et les ordres de celle que nous avons adoptée. Ces groupes procèdent, comme les nôtres, des plus simples aux plus composés, de manière que l'on a la série suivante : métalloïdes, métaux natifs, antimoniures, arséniures, tellurures, séléniures, sulfures, oxydes métalliques et terres, hydrates de terres et d'oxydes, silicates anhydres, silicates hydratés, titanates, tantalates, tungstates, molybdates, arséniates, phosphates, sulfates anhydres, sulfates hydratés, chromates, sulfates avec carbonates, carbonates, carbonates avec eau, nitrates, borates, borates hydratés, fluorures, chlorures, chlorures avec sulfates, chlorures avec oxydes et carbonates, oxalates hydratés, mellates hydratés, résines, charbons.

γ. CLASSIFICATIONS MIXTES.

1. *Classification d'Alexandre Brongniart*. 1833 (2).

M. Brongniart n'a pas cru devoir s'astreindre à suivre une règle unique pour le groupement des espèces minérales en

(1) *An elementary Introduction to Mineralogy*, par Phillips, avec changements et additions par H. Brooke et W. Miller; Londres, 1852.

(2) *Tableau de la distribution méthodique des espèces minérales*, par Al. Brongniart, Paris, 1833, in-8° de 46 pages; librairie Roret.

genres; il a pensé qu'il était plus convenable et plus naturel de prendre l'acide ou l'élément électro-négatif comme principe commun dans la classification des pierres et des sels alcalins ou terreux, et là base ou l'élément électro-positif pour le groupement en genres des métaux et minerais proprement dits. La classification par les bases, qui lui semble détruire toutes les analogies, quand on l'applique aux pierres et aux sels, lui paraît au contraire très-naturelle pour les composés dans lesquels les métaux jouent le rôle d'éléments fondamentaux ou essentiels.

Il partage l'ensemble des corps qui entrent dans la composition de l'écorce minérale du globe, en trois divisions, d'après leur mode de composition.

1re division. — Les Corps inorganiques, ou les minéraux proprement dits.

2e division. — Les Corps organiques, tels que mellite, schérérite, naphtaline, qui ont une composition définie et sont cristallisables.

3e division. — Les Corps organisés, qui n'ont point de proportions définies, et ne sont point cristallisables; tels que le succin, la houille, le lignite, etc.

Les Minéraux se subdivisent en trois classes :

1re classe. — Les Gazolytes (d'Ampère). Elle comprend tous les corps simples que Berzélius nomme *métalloïdes*, et leurs combinaisons entre eux.

2e classe. — Les Métaux autopsides (de Haüy), ou métaux proprement dits.

3e classe. — Les Métaux hétéropsides (de Haüy), c'est-à-dire les métaux qui sont bases des terres et des alcalis.

Dans chaque classe, les espèces sont rangées d'après l'ordre électro-chimique, en commençant par les plus électro-négatives. Dans la seconde classe, chaque métal constitue un genre particulier, comme dans la méthode de Haüy; et les genres sont ordonnés de la manière suivante : 1er genre, antimoine, 2. étain, 3. tantale, 4. titane, 5. molybdène, 6. schéelin ou tungstène, 7. chrome, 8. manganèse, 9. fer, 10. cérium, 11. cadmium, 12. zinc, 13. urane, 14. cobalt, 15. nickel, 16. cuivre, 17. plomb, 18. bismuth, 19. mercure, 20. argent, 21. or, 22. palladium, 23. platine, 24. iridium, 25. rhodium, 26. osmium.

Les Métaux hétéropsides (ou les Pierres et Sels) sont divisés en deux ordres : 1° les oxydés ou hydratés, et 2° les salifiés.

Le premier ordre ne comprend que les genres Silice, Alu-

mine et Magnésie. Le second ordre, qui comprend toutes les combinaisons salines, est beaucoup plus étendu, et se subdivise en douze grands genres chimiques, qui sont :

1. Les Chlorures, 2. les Fluorures, 3. les Phosphates, 4. les Arséniates, 5. les Nitrates, 6. les Sulfates, 7. les Carbonates, 8. les Borates, 9. les Boro-silicates, 10. les Fluo-silicates, 11. les Silicates, 12. les Aluminates.

2. *Classification de Franz de Kobell*, 1838 (1).

De Kobell partage le système entier des minéraux en deux grandes Classes, d'après les différences de nature des composés chimiques : la première classe comprend les *minéraux non métalliques*, ou à radicaux légers (les Kuph-hylites), et la seconde, les *minéraux métalliques*, ou à bases de métaux lourds (les Barhylites). Dans la première classe, les genres sont formés d'après les principes électro-négatifs, comme dans la méthode mixte d'Al. Brongniart ; dans la deuxième classe, ils sont formés d'après les éléments électro-positifs. Il reconnaît comme nous, que les groupes les plus naturels sont les réunions fondées sur l'isomorphisme, mais il fait remarquer que, dans l'état actuel de la science, il est impossible de ne pas admettre des genres purement chimiques, au-dessus des groupes d'isomorphes, sans quoi le plus grand nombre des ordres ou groupes supérieurs ne compteraient qu'un seul genre et une seule espèce. Mais, dans chacun de ces genres chimiques, il sépare et distingue sous le nom de *formations*, que Hausmann a aussi adopté et employé dans le même sens, tous les groupes d'espèces isomorphes qu'il renferme.

La première classe (celle des Kuph-hylites) se subdivise en 12 ordres, qui sont : les charbons, les soufres, les fluorides, les chlorides, les nitrates, les carbonates, les sulfates, les phosphates, l'acide borique et les borates, la silice et les silicates, l'alumine et les aluminates, l'eau et les hydrates.

Chacun de ces ordres se subdivise en genres, d'après une ressemblance générale de composition chimique ; par exemple, l'ordre des Carbonates se partage en carbonates anhydres, et Carbonates hydratés (ou hydro-carbonates). Dans le premier genre sont les deux formations correspondantes au calcaire spathique et à l'arragonite. Les ordres des Sulfates et des Phos-

(1) *Grundzüge der Mineralogie*, par Franz de Kobell ; Nuremberg, 1838.

phates se subdivisent de même. Celui des Borates comprend les trois genres : acide borique, borates anhydres, et borates hydratés (ou hydroborates).

Le grand ordre des Silicates se compose des sept genres suivants : silice, silicates anhydres, comprenant d'abord les silicates alumineux, avec les formations bien connues des grenats et des épidotes, puis les silicates non alumineux, avec les formations des pyroxènes et des amphiboles; les silicates hydratés (ou hydro-silicates), se subdivisant de même en alumineux, et en non alumineux; les silicates avec fluorures; les silicates avec chlorures; les silicates avec sulfates, et les silicates avec borates.

La deuxième classe se partage en vingt-six ordres, ayant pour base un élément de la catégorie des métaux proprement dits. Ce sont les ordres : sélénium, arsenic, chrome, molybdène, tungstène, antimoine, tellure, tantale, titane, or, iridium, platine, palladium, mercure, argent, cuivre. Chacun de ces ordres est ensuite subdivisé en genres, analogues à ceux de Haüy et de Brongniart. L'ordre du cuivre, par exemple, se compose des sept genres suivants : cuivre natif, cuivre oxydé, combinaisons du cuivre oxydé (ou sels de cuivre), cuivre sulfuré, combinaisons du cuivre sulfuré, cuivre chloruré, et cuivre séléniuré.

3. *Classification de Dufrénoy*. 1845 (1).

Dufrénoy, qui a succédé à Brongniart dans la chaire de minéralogie du Muséum d'histoire naturelle, pensait comme son honorable prédécesseur, qu'il n'est pas nécessaire qu'une classification soit basée, dans toutes ses parties, sur un même caractère. Comme lui, il a admis le groupement par les bases pour les Métaux, mais il n'a pas cru devoir l'appliquer aux combinaisons acidifères. Seulement il met ensemble tous les silicates, qu'à l'exemple de Haüy, il sépare des sels proprement dits, et c'est à ce groupe unique qu'il restreint l'association par le principe acide ou électro-négatif. Cette modification apportée à la méthode de Brongniart, et ce retour à l'ancienne méthode de Haüy, ont l'inconvénient de détruire toutes les réunions que la découverte de l'isomorphisme a rendues nécessaires; et, sous ce rapport, la classification de Dufrénoy ne nous paraît pas marquer un progrès à l'égard de celle de son devancier. Voici com-

(1) *Traité de Minéralogie*, par A. Dufrénoy, membre de l'Institut, professeur à l'école des Mines, etc., tome II, p. 24.

ment ce célèbre minéralogiste et géologue a distribué l'ensemble des espèces minérales.

Il admet six Classes, qu'il range dans l'ordre suivant :

1re classe. — Corps simples, formant un des principes essentiels des minéraux composés.

2e classe. — Alcalis.

3e classe. — Terres alcalines, et Terres.

4e classe. — Métaux.

5e classe. — Silicates.

6e classe. — Combustibles d'origine organique.

La première classe comprend vingt-cinq genres : Oxygène, Hydrogène, Azote, Chlore, Brome, Iode, Fluor, Carbone, Bore, Silicium, Titane, Tantale, Soufre, Sélénium, Arsenic, Phosphore, etc.

La seconde classe ne comprend que les trois genres : Ammoniaque, Potasse et Soude.

La troisième classe se compose de six genres : Baryte, Strontiane, Chaux, Magnésie, Yttria et Alumine.

La quatrième classe, celle des Métaux, comprend seize genres, qui sont : les genres Cérium, Manganèse, Fer, Cobalt, Nickel, Zinc, Cadmium, Plomb, Étain, Bismuth, Urane, Cuivre, Argent, Or, Platine, Iridium et Palladium.

La cinquième classe, celle des Silicates, se compose de treize genres : Silicates alumineux anhydres, Silicates alumineux hydratés, Silicates d'alumine, de chaux et de leurs isomorphes, Silicates d'alumine, d'alcali et de leurs isomorphes, Silicates alumineux hydratés, avec alcalis, chaux et ses isomorphes, Silicates non alumineux, Silico-aluminates, Silico-fluates, Silicoborates, Silico-titanates, Silicates sulfurifères, Aluminates, et Substances dont la composition est mal connue.

La sixième classe comprend les Combustibles d'origine organique; ils se partagent en trois groupes distincts : les Résines, les Bitumes et les Combustibles fossiles.

C. Classifications fondées, en partie sur les caractères chimiques, et en partie sur les propriétés naturelles.

1. *Classification de E.-S. Weiss.* 1829-1843 (1).

Weiss divise le règne minéral en sept ordres, et subdivise chaque ordre en familles.

(1) *Karsten's archiv für Mineralkunde,* tome I, p. 5, 1829; et *Hartmann's handubch der Mineralogie,* 1843 ; tome I, p. 308.

1er ordre. Pierres oxygénées (pierres proprement dites). Cet ordre comprend onze familles : 1. famille des quarz, 2. des feldspaths, 3. des scapolithes, 4. des pierres haloïdes, 5. des zéolithes, 6. des micas, 7. des hornblendes, 8. des argiles, 9. des grenats, 10. des pierres précieuses, 11. des pierres métallifères.

2e ordre. Pierres salines. Cinq familles : 1. famille du calcaire spathique, 2. du spath-fluor, 3. du spath pesant, 4. du gypse, 5. du sel gemme.

3e ordre. Minerais salins. Trois familles : 1. du fer spathique, 2. des sels de cuivre, 3. des sels de plomb.

4e ordre. Minerais oxydés. Cinq familles : 1. des minerais de fer, 2. de l'oxyde d'étain, 3. des minerais de manganèse, 4. du cuivre rouge, 5. de l'oxyde blanc d'antimoine.

5e ordre. Métaux natifs. Une seule famille.

6e ordre. Métaux sulfurés. Six familles : 1. famille de la pyrite, 2. de la galène, 3. de l'antimoine sulfuré, 4. du cuivre gris, 5. de la blende, 6. de l'argent rouge.

7e ordre. Inflammables. Cinq familles : 1. famille du soufre, 2. du diamant, 3. des charbons, 4. des bitumes et résines, 5. des sels combustibles.

2. *Classification de C.-F. Naumann.* 1846-1859 (1).

Le docteur Naumann partage le règne minéral en quinze grandes divisions, qu'il appelle Classes, et qui sont établies sur une ressemblance générale des espèces, tant sous le rapport du mode de composition, que sous celui des analogies purement extérieures.

1re classe. Métalloïdoxydes. Oxydes d'éléments métalloïdes.

2e classe. Terres, et composés analogues.

3e classe. Haloïdes. Composés salins à bases alcalines ou terreuses.

4e classe. Chalcites. Sels à bases métalliques.

5e classe. Géolithes. Silicates d'aspect lithoïde, à bases terreuses.

6e classe. Amphothérolithes. Silicates à bases mixtes (terreuses et métalliques).

(1) *Elemente der Mineralogie*, par le docteur Carl-Friedrich Naumann, professeur à l'université de Leipzick. 1re édition, Leipzick, 1846. — Le même ouvrage, revu et augmenté, 5e édition, Leipzick, 1859.

7e classe. Métallolithes. Silicates à bases métalliques.

8e classe. Tantalitoïdes. Minéraux ayant de l'analogie avec la tantalite.

9e classe. Métalloxydes. Oxydes métalliques, et composés analogues, comme chlorures et fluorures métalliques.

10e classe. Métaux. Métaux natifs, et alliages métalliques.

11e classe. Galénoïdes (ou Glanze). Métaux tellurures, séléniurés ou sulfurés, opaques et d'aspect métallique, d'un gris ou noir brillant; peu ou point cassants.

12e classe. Pyritoïdes (ou Kiese). Métaux pareillement minéralisés, opaques et d'aspect métallique, de couleur jaune ou brune, plus durs et cassants.

13e classe. Cinnabarites (ou Blenden). Idem, de couleur jaune, brune ou rouge, avec un certain degré de transparence.

14e classe. Métalloïdes. Tels que le soufre, le diamant, le graphite.

15e classe. Anthracides. Charbons, bitumes, résines, et sels formés par les acides organiques.

Dans chaque classe, Naumann sépare en deux ordres différents, les espèces anhydres et celles qui sont aquifères. Les classes des Haloïdes et des Chalcites se subdivisent en outre en genres chimiques, d'après la nature de l'acide : Borates, Carbonates, Sulfates, Nitrates, Phosphates, Arséniates, etc.; et la grande classe des Géolithes (ou Silicates) se partage en un certain nombre de groupes, d'après les bases qui prédominent dans les espèces dont ces groupes se composent. La classe des Métallolithes donne lieu à des divisions analogues.

3. *Classification de F.-Auguste Quenstedt.* 1854 (1).

Cette classification n'est pas autre chose que celle de Weiss, légèrement modifiée. Quenstedt partage tous les minéraux en six classes, qui sont : les Silicates (ou Pierres proprement dites), subdivisés en familles, les mêmes que celles de Weiss, moins le groupe des argiles; les Pierres salines et Minerais salins, les Métaux natifs, avec un appendice renfermant les Métalloïdes; les Minerais oxydés, les Métaux sulfurés, et les Substances inflammables.

(1) *Handbuch der Mineralogie*, par A. Quensted, professeur à Tubingue, 2 vol. in-8°; 1854.

D. Classifications fondées principalement sur les caractères chimiques et cristallographiques.

1. *Classification de J.-H. Bredsdorff.* 1827.

Dans un opuscule en langue latine, publié à Copenhague (1), sous le titre : *De Notione speciei in regno minerali*, le docteur Bredsdorff partage le règne minéral en six Classes, formées d'après les divisions primaires des systèmes cristallins. Chaque classe est ensuite sous-divisée en Ordres, d'après le degré de la composition atomique, ou le nombre des parties, positives et négatives, qui la constituent essentiellement ; et il donne à ces ordres les noms suivants : *éléments* ou *corps simples*, *diméries*, *tétraméries*, *polyméries*.

1re classe. TESSELARIA. Ordres : Eléments. — Diméries. — Tétraméries. — Polyméries.

2e classe. TETRAGONALIA. Ordres : Diméries. — Tétraméries. — Polyméries.

3e classe. HEXAGONALIA ou RHOMBOEDRICA. Ordres : Eléments. — Diméries. — Tétraméries. — Polyméries.

4e classe. TOPAZOÏDEA ou PRISMATICA. Ordres : Eléments. — Diméries. — Tétraméries. — Polyméries.

5e classe. AUGITOÏDEA ou HEMIPRISMATICA. Ordres : Diméries. — Tétraméries. — Polyméries.

6e classe. AXINITOÏDEA ou TETARTOPRISMATICA. Ordres : Tétraméries. — Polyméries.

Dans cet opuscule, remarquable par la netteté et la solidité des raisonnements, l'auteur, après avoir établi que la définition de l'Espèce, donnée par Haüy, peut être conservée sans aucun changement, fait voir que le Genre doit être formé de tous les minéraux qui ont une composition chimique analogue et un même système général de cristallisation, c'est-à-dire qu'il doit être physico-chimique, et ne comprendre que des espèces isomorphes.

2. *Classification du Dr Frankenheim.* 1842 (2).

Dans cette classification, le Dr Frankenheim a cru devoir

(1) *Hafniæ*, 1827 ; imprimerie de Hostrup Schulz.

(2) *System der Krystalle*, par M. L. Frankenheim ; in-4°, Breslau, 1842.

comprendre toutes les substances cristallisées, tant naturelles que artificielles (1). Il partage le règne inorganique en six Classes, d'après les grandes divisions des systèmes cristallins. Ces six classes sont celles des *Cristaux Cubiques* (tesserale Krystalle), des *Cristaux Tétragonaux*, des *Cristaux Hexagonaux*, des *Cristaux Isokliniques*, des *Cristaux Monokliniques*, et des *Cristaux Trikliniques*.

Les classes se subdivisent en Ordres, d'après les formes fondamentales, qui, dans la totalité des espèces connues, sont au nombre de quinze sortes différentes. Par forme fondamentale, le D[r] Frankenheim entend la forme intérieure ou le solide de clivage, et, à défaut de clivage sensible et déterminable, la forme extérieure dominante, celle qui exprime de la manière la plus simple la configuration habituelle (*Ausbildung*). Il considère ces quinze formes fondamentales, comme répondant à autant de sortes différentes de structures cristallines ou d'assemblages moléculaires.

La 1[re] classe comprend trois ordres, ou trois formes fondamentales différentes : 1. le cube, 2. l'octaèdre régulier, 3. le dodécaèdre.

La 2[e] classe ne comprend que deux ordres : 1. le prisme à base carrée, et 2. l'octaèdre à base carrée. — La 3[e] classe, deux ordres : 1. le prisme hexagonal régulier, et 2. le rhomboèdre.

La 4[e] classe se compose de quatre ordres : 1. le prisme rectangle droit, 2. le prisme rhombique droit, 3. l'octaèdre droit à base rectangle, et 4. l'octaèdre droit à base rhombe.

La 5[e] classe offre trois ordres seulement : 1. le prisme droit à base rhomboïdique (ou parallélogrammique), 2. le prisme oblique à base rhombe, et 3. l'octaèdre oblique à base rhombe.

La 6[e] classe ne comprend qu'un seul ordre : 1. le prisme oblique rhomboïdique, ou prisme irrégulier.

Chaque ordre se subdivise en Familles, d'après les divisions secondaires des systèmes cristallins, c'est-à-dire d'après les différents modes d'hémiédrie. Chaque famille se partage en Genres (Gattungen), dont chacun comprend toutes les espèces dans lesquelles les différences dans la direction des axes, et la grandeur des angles, ne dépassent pas de certaines limites assez étroites, c'est-à-dire les substances isomorphes. Enfin, les genres se sub-

(1) Voyez ce que nous avons dit, tome I, page 4, des avantages que présente une telle réunion, pour approcher le plus possible de la méthode naturelle dans le règne inorganique.

divisent en Espèces proprement dites (Arten), ayant chacune une composition chimique définie.

3. *Classification de J. Fröbel.* 1843 (1).

Ce minéralogiste partage le règne minéral en cinq classes, d'après les grandes différences de la composition chimique; il subdivise ces classes en ordres, d'après des caractères extérieurs, et les ordres en tribus, d'après les systèmes cristallins. Il donne aux cinq classes les noms de Stöchiolithes, de Pyritoïdes, de Kératoïdes, d'Oxydolithes, et de Naphthoïdes. La première classe comprend deux ordres : les substances d'aspect non métallique, et celles qui ont l'aspect métallique. Le premier ordre se subdivise en tribus, nommées *isométriques*, *monodimétriques*, *orthométriques*, *monoklinométriques*, etc.

4. *Classification de G. Rose.* 1833-1852 (2).

Dans ses Éléments de cristallographie, publiés en 1833, M. G. Rose avait cru devoir fonder les premières divisions parmi les minéraux sur les systèmes cristallins, et ranger ensuite les espèces, dans chacune de ces classes, d'après les différences de la composition chimique, subordonnant ainsi ce dernier caractère à celui de la forme cristalline. Les groupes supérieurs étaient les suivants :

I. Système cristallin régulier.
   A. Subdivision homoédrique.
   B. Subdivision hémiédrique.
      — à faces inclinées.
      — à faces parallèles.
II. Système cristallin à 2 et 1 axes, avec les mêmes subdivisions.
III. Système cristallin à 3 et 1 axes.
IV. Système cristallin à 1 et 1 axes, ou à membres répétés 2 par 2.
V. Système cristallin à 2 et 1 membres, c'est-à-dire à membres répartis par 2, 1 et 1.

(1) *Grundzüge eines systemes der Krystallologie*; Zürich, 1843. Réimprimé à Leipzick en 1847.

(2) *Elemente der Krystallographie*, par G. Rose; Berlin, 1833. Et *Das krystallochemische Mineralsystem*, par le même ; Leipzick, 1852.

VI. Système cristallin à 1 et 1 membres, c'est-à-dire à membres ordonnés un par un seulement.

Dans chacune des subdivisions, les espèces isomorphes étaient rapprochées, et formaient des genres distincts.

Dans sa classification cristallo-chimique de 1852, M. G. Rose semble avoir voulu donner le pas au caractère tiré de la composition élémentaire, et les espèces sont distribuées par groupes, qui se succèdent en allant progressivement des corps simples jusqu'aux combinaisons de l'ordre le plus élevé. Cependant, il fait suivre cette distribution méthodique des espèces, par deux Tableaux, formés chacun de colonnes ou rangées, verticales et horizontales, sortes de tables à double entrée, dans lesquelles chaque espèce correspond à deux têtes de colonne ou de rangée, indiquant les deux caractères, cristallographique et chimique. Dans l'un de ces tableaux, les espèces se suivent dans l'ordre de la composition chimique, ou suivant les degrés divers de combinaison entre leurs éléments : mais le tableau offre des colonnes verticales qui répondent aux différents systèmes cristallins; le caractère de la forme est ici subordonné à celui de la composition chimique. Dans le second tableau, c'est le contraire : les espèces sont d'abord distribuées par systèmes cristallins, par conséquent rangées d'après leur forme cristalline; mais le tableau se divise en colonnes verticales, qui répondent aux divers degrés de combinaisons, c'est-à-dire aux divisions successives des corps simples, des combinaisons binaires, des combinaisons deux fois binaires, trois fois binaires, quatre, cinq et même six fois binaires.

5. *Classification de Dana.* 1854 (1).

M. Dana prend pour base ou pour point de départ de son arrangement, un groupement des éléments par sections, d'après leurs analogies chimiques et cristallographiques tout à la fois, en d'autres termes, d'après l'isomorphisme. Il partage le règne en quatre grandes divisions.

I. Éléments, ou corps simples, natifs.

II. Combinaisons binaires.

1. Sulfures, séléniures et arséniures.
2. Chlorures, fluorures, bromures et iodures.
3. Oxydes.

(1) *A System of Mineralogy*, par James Dana; 4e.

III. Composés binaires doubles, ou sels.

1. Silicates anhydres.
2. Silicates hydratés.
3. Groupe des tantalates, titanates, tungstates, molybdates, vanadates et chromates.
4. Groupe des sulfates et séléniates.
5. Groupe des phosphates, arséniates, antimoniates et nitrates.
6. Carbonates.
7. Oxalates.

IV. Résines; composés organiques.

C'est évidemment dans le dernier groupe de classifications que viendrait prendre place celle que nous avons adoptée. En la comparant avec celles qui précèdent, il sera facile de reconnaître qu'elle a avec chacune d'elles des points de ressemblance, mais qu'elle se rapproche surtout des classifications des deux dernières catégories, de celles admises finalement par Berzélius et G. Rose, de celles de Hausmann et de Weiss, de Brooke et de Miller, et enfin de Dana. C'est aussi une sorte de *méthode éclectique*, en ce sens que je me suis attaché tout particulièrement à conserver les groupes et les rapprochements qui m'ont paru les plus naturels dans chacune des classifications antérieures, après avoir fait de celles-ci une étude sérieuse et comparative.

LIVRE QUATRIÈME.

DE LA MANIÈRE D'ÊTRE DES MINÉRAUX

A LA SURFACE OU DANS L'INTÉRIEUR DE LA TERRE, DE LEURS ASSOCIATIONS DIVERSES, ET DE LEURS DIFFÉRENTS MODES DE FORMATION.

§ 1. *Du Gisement des Minéraux.*

Dans les livres qui précèdent, nous avons appris à connaître les différents caractères des minéraux, et les règles qui doivent présider à leur arrangement dans un ordre méthodique; nous sommes donc en état maintenant, non-seulement de les déterminer rigoureusement comme espèces, mais encore de les classer et de les décrire jusque dans leurs moindres variétés. Nous pourrions donc en faire immédiatement l'histoire, ce qui est le principal objet de cet ouvrage : mais pour rendre cette histoire plus complète et plus intéressante, il nous faudra dire quelle est, pour chaque espèce, sa manière d'être particulière dans la nature, et quelles sont ses relations de position à l'égard d'autres substances; cela nous oblige à exposer auparavant quelques notions générales, que nous emprunterons à la géologie, et à définir certaines expressions dont nous aurons à faire un usage habituel, et dont il importe avant tout de bien préciser le sens : nous jetterons ensuite un coup-d'œil sur les grandes masses minérales, qu'on nomme *Roches* et *Terrains*, et qui sont comme les diverses cases, comme les différents étages ou compartiments de la croûte superficielle du globe, où nous aurons à marquer la place de chaque espèce.

Tout le monde sait que les minéraux offrent entre eux de grandes différences, sous le rapport de leur origine, de leur abondance, et de leur manière d'être à la surface ou dans le sein de la terre; de la forme, de la structure, et de la disposition relative des masses qu'ils constituent; et enfin, de leur âge ou de

leur époque de formation. On n'ignore pas que les différentes substances minérales ne sont pas également répandues dans la nature; les unes s'offrent toujours en grand, et composent, seules ou associées plusieurs ensemble, ces grandes masses auxquelles on donne les noms de *Roches* et de *Terrains*. Les autres ne se montrent que beaucoup plus rarement, et toujours en petites parties isolées, éparses ou disséminées au milieu des grandes masses.

Les grandes masses, qu'on appelle *roches*, n'ont point été formées en même temps, ni de la même manière, mais elles se rapportent et à diverses époques, et à divers modes de formation. Elles sont tantôt minéralogiquement simples, c'est-à-dire formées par une seule espèce minérale, et tantôt elles sont composées, c'est-à-dire qu'elles résultent de l'association de plusieurs minéraux, sous forme de cristaux, de lamelles ou de grains entremêlés. Ces roches, en s'associant à leur tour plusieurs ensemble, constituent des *terrains*, que l'on retrouve en beaucoup de lieux différents avec les mêmes caractères généraux de structure et de composition. Les terrains sont, pour le géologue, comme de grandes unités au moyen desquelles il exprime d'une manière fort simple la constitution du sol d'une contrée: ce sont aussi, pour le minéralogiste, comme les différentes zones entre lesquelles se répartissent les diverses espèces minérales. On les partage en deux grandes classes, d'après leur origine : les terrains de formation aqueuse, ou *terrains de sédiment* (terrains neptuniens), et les terrains de formation ignée ou éruptive (terrains plutoniques et volcaniques). Les premiers sont généralement composés de roches régulièrement stratifiées, les seconds, de roches massives et irrégulières.

Les observations faites dans tous les pays, nous apprennent en effet que l'enveloppe superficielle du globe terrestre est composée d'un grand nombre de masses, de diverse nature, les unes régulières, en forme de bancs ou de couches qui se recouvrent l'une l'autre, et qui, dans les divers lieux où on les trouve, gardent entre elles un ordre fixe de superposition; les autres plus ou moins irrégulières, placées au-dessous des terrains à couches, ou s'intercalant entre eux comme des espèces de coins, et quelquefois s'élevant au-dessus de leur niveau sous forme de pics, de dômes, de colonnes, etc. Cet ensemble de couches et de masses, de diverses formes, superposées ou juxtaposées entre elles, est le résultat d'une succession de dépôts ou d'éruptions,

qui ont eu lieu à des époques plus ou moins éloignées : les causes qui leur ont donné naissance peuvent être facilement reconnues, car elles existent encore pour la plupart et continuent d'agir sous nos yeux, quoiqu'elles le fassent souvent avec moins d'énergie qu'autrefois.

En effet, le plus grand nombre des masses minérales qui affectent la forme de couches, ont été évidemment formées par l'action des eaux superficielles. Ce sont des dépôts composés de matériaux de transport et de sédiment, c'est-à-dire de matériaux qui, ayant été réduits à l'état de parties plus ou moins grossières ou plus ou moins fines, entraînées ou tenues en suspension dans les eaux des fleuves, des lacs et des mers, ont fini par se déposer sur leur fond, par un simple effet de la pesanteur, avec les débris calcaires des coquillages que ces eaux nourrissaient, comme cela a encore lieu de nos jours. L'action des agents atmosphériques sur les roches des hautes montagnes tend sans cesse à les décomposer ou désaggréger : des éboulements continuels remplissent les vallées de débris, lesquels, entraînés par les eaux courantes, vont au loin s'accumuler dans les parties basses des continents, et former des amas immenses de galets, de sables et de limons. On est porté à attribuer la même origine à ces nombreuses couches, composées de cailloux roulés, de grès, de sables et d'argiles, que l'on trouve intercalées presque partout et à des profondeurs plus ou moins grandes, au milieu des sédiments dont nous venons de parler.

Il arrive aussi de temps à autre, que les matières situées au-dessous de la croûte minérale du globe sont soulevées par des forces souterraines, du genre de celles qui produisent les tremblements de terre et les volcans; que ces matières ébranlent, relèvent, et souvent parviennent à rompre les couches solides qui s'opposent à leur passage; et qu'elles finissent par faire éruption au dehors, tantôt sous forme de masses, plus ou moins solides, qui donnent naissance à des îles ou montagnes nouvelles, tantôt comme des jets de matières en fusion qui s'épanchent à la surface du sol sous forme de larges nappes, ou bien de bandes étroites (dites *coulées*), et dont les éléments, d'abord confondus, se séparent, et souvent cristallisent pendant le refroidissement de la masse. Un grand nombre de masses minérales anciennes (les trachytes, les basaltes, les trapps, les porphyres) paraissent avoir été formées par des causes plus ou moins analogues.

Nous voyons encore les eaux de certaines sources et de cer-

tains lacs abandonner sur leur fond une partie des molécules qu'elles tiennent en dissolution, y produire des dépôts cristallins, des concrétions compactes ou terreuses, et par l'accumulation de ces dépôts, des couches pierreuses de différente nature. Et c'est aussi, sans nul doute, par voie de dissolution et de précipitation, qu'ont été formées un certain nombre de masses minérales, parmi celles surtout qui sont solubles dans l'eau pure ou dans les eaux minérales. Quant aux substances qui ne s'offrent qu'en petits amas, ou qui sont disséminées par petites parties au milieu des grandes masses, il est probable, au moins pour la plupart, qu'elles ont été produites, comme d'autres qui se forment encore actuellement, par les dépôts ou les décompositions qu'opèrent les gaz et les eaux minérales qui viennent des profondeurs de la terre. Quelques-unes paraissent avoir été formées par des actions chimiques qui, dans les anciens dépôts, ont eu lieu au contact des substances de diverse nature, ainsi qu'on peut le conclure d'expériences nombreuses, dans lesquelles on est parvenu à reproduire, à l'aide de courants galvaniques, un certain nombre de minéraux, ou à former des composés nouveaux qui leur soient analogues.

Les différentes causes que nous venons d'énumérer, et surtout celles qui ont donné naissance aux grandes masses minérales, ont agi à différentes reprises de manière à entremêler leurs produits. Elles continuent d'agir encore, pour accroître ou modifier la croûte superficielle du globe. Çà et là de nouveaux dépôts se forment, avec des matériaux venus directement des profondeurs de la terre, ou bien d'anciens dépôts sont altérés sur place, détruits ou décomposés, et leurs parties entrent immédiatement dans de nouvelles combinaisons, ou sont dispersées et entraînées pour aller reproduire ailleurs de nouveaux minéraux.

C'est là ce qui a eu lieu pour beaucoup de masses minérales situées à la surface de la terre, ou formant les parois des cavités souterraines : car, par cette position même, elles donnent facilement prise à l'action des eaux ou des agents atmosphériques. C'est encore le cas de certaines masses non isolées, mais perméables, c'est-à-dire se laissant plus ou moins facilement traverser par les fluides. Mais, pour les masses enfouies profondément et qui sont imperméables, pour celles entr'autres qui renferment les substances les plus utiles et de formation très-ancienne, les mêmes causes d'altération et de destruction

n'existant point au même degré, elles n'éprouvent plus en général de modification notable : les affinités des éléments ayant été satisfaites, ceux-ci sont parvenus au repos depuis longtemps, et chaque substance persiste dans le même état, sans altération, comme aussi sans accroissement. Ce serait donc une erreur grossière, erreur qui a existé chez les anciens minéralogistes, de croire que les pierres végètent à la manière des plantes, que les métaux mûrissent au sein de la mine, et s'y reproduisent à mesure qu'on les en extrait. Un minéral ne naît point, et ne saurait croître comme un végétal : une fois formé, il ne change plus, jusqu'au moment où des actions extérieures viennent le détruire.

Il y a, comme nous l'avons dit précédemment, deux principales manières d'être des minéraux dans la nature : les uns s'offrent en grandes masses, les autres sont disséminés au milieu de ces dernières en petites parties. Parmi les grandes masses, il en est d'irrégulières, et dont la forme n'est pas susceptible de définition précise. D'autres se présentent en montagnes ou rochers isolés, dont la forme rappelle celle de dômes, de pics ou de cônes, de colonnes. Il en est enfin que l'on désigne par des dénominations spéciales, et sur lesquelles nous devons arrêter particulièrement notre attention. Ce sont les couches, les amas, les filons, les nappes et les coulées.

§ 2. *Couches, Amas, Filons, Nappes et Coulées.*

On entend en général par *couche* ou *strate*, en minéralogie, une masse minérale très-étendue en longueur et en largeur, mais bornée dans le sens de l'épaisseur par deux grandes faces sensiblement parallèles. Quand les couches sont très-épaisses, elles prennent le nom de *bancs*, et quand elles sont très-minces, on les nomme *lits* ou *feuillets*. Chaque couche est formée ou d'une seule substance minérale, ou de l'aggrégation de plusieurs minéraux en une seule masse. Nous avons déjà dit qu'on donnait le nom de roche à la substance, simple ou composée, qui constitue la matière des couches et autres grandes masses minérales. Les couches ne sont point partout continues, bien qu'on en retrouve de pareilles dans une multitude de lieux éloignés les uns des autres : elles sont fréquemment interrompues par des escarpements, ou par les bords des bassins dans lesquels

elles se sont déposées. Tantôt elles sont horizontales, et tantôt plus ou moins inclinées, quelquefois même tout-à-fait verticales. Quelquefois aussi elles sont contournées, ou repliées en zigzag; elles peuvent offrir ainsi des ondulations et des courbures en sens divers, et c'est ce qui a lieu fréquemment dans les terrains qui, postérieurement au dépôt de leurs couches et avant l'entière consolidation de celles-ci, ont été dérangés et tourmentés par de violentes commotions souterraines (ex. : les terrains houillers).

Lorsque toutes les masses minérales dont se compose un terrain, sont disposées par couches placées les unes sur les autres, on donne à cette disposition des parties d'un terrain le nom de *stratification*, et l'on dit du terrain lui-même qu'il est *stratifié*. Si des couches sont superposées de manière à conserver un parallélisme exact entre elles, on dit qu'elles sont en stratification concordante; lorsqu'au contraire la direction de deux systèmes de couches, en contact l'un avec l'autre, est différente, on dit que les deux systèmes sont en stratification discordante. Des systèmes placés les uns à côté des autres peuvent aussi être en discordance, bien que parallèles, si les couches de ces systèmes ne peuvent se raccorder entre elles, et si elles diffèrent non-seulement par leur position, mais encore par leur épaisseur et par leur nature.

Les *amas* sont des masses minérales, de forme irrégulière, qui ne sont plus étendues indéfiniment ou bornées par les accidents du terrain, comme les couches, mais qui sont limitées par elles-mêmes et enveloppées de toutes parts par des roches de nature différente. Elles sont ordinairement de forme ovale ou lenticulaire, et se distinguent des couches proprement dites, en ce qu'elles ne présentent pas une épaisseur constante dans toute leur étendue, n'étant plus terminées par des plans parallèles. Les amas peuvent s'étendre entre deux couches dans leur direction même: on les nomme *amas couchés* ou parallèles; ils sont appelés *transversaux* ou coupants, lorsqu'ils coupent obliquement plusieurs des couches du terrain. Beaucoup de substances métalliques s'offrent en amas: il en est de volumineux, et d'autres qui sont plus petits. Les nodules ou *rognons* sont des amas très-petits, que l'on trouve disséminés au milieu des grandes masses.

Les *filons* sont des masses minérales, en forme de grandes plaques ou de coins très-aplatis, qui coupent transversalement les couches des terrains qui les renferment, et dont la matière

composante diffère plus ou moins de celle qui constitue la roche environnante. On peut les considérer comme provenant de fentes ou grandes lézardes, qui se sont produites à travers les assises de ces terrains, pendant ou après leur formation, à la suite de quelque commotion qui aura dérangé leur assiette, lesquelles fentes auront été postérieurement remplies, en tout ou en partie, de matières pierreuses ou métalliques. Les filons sont souvent ramifiés, et forment quelquefois des réseaux, des espèces de plexus, auxquels on donne le nom de *stockwerks*. Dans la même région, il existe fréquemment un grand nombre de filons de même nature, dont les directions moyennes sont sensiblement parallèles. Souvent même, un premier système de filons se trouve coupé et séparé en deux parties disjointes par un autre système qui lui est continu : le filon croiseur ou coupant est de formation plus récente que le filon coupé ou traversé.

Les mineurs distinguent plusieurs parties dans un filon : les deux parois ou faces principales du filon, c'est-à-dire de la masse qui a rempli la fente, se nomment *salbandes* : les parois de la fente elle-même, que touchent les salbandes, sont appelées *épontes*. Lorsque le filon est incliné, ce qui est le cas le plus ordinaire, l'éponte inférieure sur laquelle il repose en est le *mur*, et la supérieure en est le *toit*. La partie du filon qui se montre au jour, se nomme *tête* ou *chapeau*.

La considération des filons est d'une haute importance pour l'art des mines comme pour la science des minéraux, parce qu'ils sont les gîtes les plus ordinaires des matières utiles que recherche le mineur, et d'un grand nombre de substances cristallisées. Aussi étudie-t-on avec beaucoup de soin l'allure des filons, c'est-à-dire la manière dont ils se dirigent, s'inclinent et s'étendent dans le sol qu'ils traversent. L'épaisseur ou la *puissance* des filons est très-variable, et elle n'a rien de constant pour le même filon, qui éprouve tantôt des renflements et tantôt des étranglements; l'étendue d'un filon paraît en général proportionnée à sa puissance. Il y a des filons de quelques millimètres de puissance, et dont l'étendue est d'un petit nombre de mètres; on leur donne le nom particulier de *veines*. Il en est d'autres, au contraire, dont la puissance et l'étendue sont fort considérables. Le plus célèbre de tous est le filon d'argent de la *veta madre*, à Guanaxuato au Mexique; il a une puissance de quarante mètres sur une étendue de plus de trois lieues.

La composition des filons est en général très-variée; ceux

qu'on exploite pour en extraire des minerais, sont communément des aggrégats irréguliers de substances pierreuses et métalliques. Dans ce cas, on distingue la matière stérile dominante, de nature pierreuse, et la matière utile ou métallifère : la partie pierreuse est appelée souvent la gangue du minerai. Les principales substances pierreuses qui entrent dans la composition des filons métallifères sont : le quarz hyalin, le calcaire spathique et ses isomorphes, le spath fluor et le sulfate de baryte. Les parties métallifères sont disposées dans la gangue pierreuse, tantôt en rognons, ou en grains épars dans la gangue, tantôt en zônes concentriques (filons concrétionnés), ou en veines parallèles, alternant avec la matière de la gangue (filons rubanés), les couches se répétant de la même manière à partir des deux épontes.

Les filons sont rarement remplis en totalité : ils offrent dans leur épaisseur des dilatations ou des cavités, dont les parois sont tapissées de cristaux réunis en druses. Ce sont ces cavités qui portent le nom de *fours* ou *poches* à cristaux : et c'est là que l'on trouve les cristallisations les plus remarquables par la beauté des formes et la vivacité de l'éclat. Les filons métallifères n'ont pas tous été produits par une seule et même cause, agissant d'une manière non interrompue : leur formation a été non-seulement successive, mais elle a eu lieu souvent à diverses reprises, et il a pu s'opérer de nouvelles fentes et de nouveaux remplissages. La richesse d'un filon varie beaucoup dans ses diverses parties, surtout avec la profondeur, et quand on l'étudie sous ce rapport, on remarque souvent une sorte d'influence de la roche encaissante ou des autres filons coupés par lui, sur sa richesse ou sa composition minérale.

Les filons métallifères ont en général leur plus grande largeur vers l'intérieur de la terre, et souvent se terminent en coin du côté de sa surface. Il est d'autres filons qui semblent avoir, au contraire, leur plus grande largeur vers la surface, et qui vont en se rétrécissant se terminer à une faible profondeur. Ceux-ci sont presque exclusivement composés de fragments de roche, de sables ou d'argiles, contenant des grains, noyaux ou amas de différentes substances.

Il est encore une autre sorte de filons, remarquables par leur nature, leur forme et leur puissance : ce sont les *dykes*, qui se présentent comme des espèces de murs, s'élevant au milieu de roches de nature différente, dont ils dépassent souvent le niveau extérieur. Ces dykes sont ordinairement composés d'une

roche pierreuse uniforme, telle que le basalte, le trapp, le porphyre : leur épaisseur paraît augmenter à mesure qu'ils s'enfoncent, et l'on ne connaît pas de limite à leur profondeur.

Les *nappes* sont des masses minérales non stratifiées, ordinairement situées à la partie extérieure de l'écorce terrestre, ayant, comme les couches, beaucoup plus d'étendue dans le sens de leur longueur et de leur largeur, que dans celui de leur épaisseur, et paraissant provenir d'une matière fondue, sortie comme les laves de nos volcans, des entrailles de la terre, et qui a coulé sur un fond sensiblement horizontal ou dans une dépression du sol, où elle a pu s'arrêter et se refroidir lentement. Cette matière s'est épanchée tantôt par une ouverture conique, telle qu'un cratère de volcan, et tantôt par une crevasse ou fente longitudinale (ex. : nappes de laves; nappes de basaltes et de trachytes).

Les *coulées* sont pareillement des dépôts superficiels de matières fondues, dont le caractère principal est de présenter la forme d'un torrent qui se serait subitement solidifié. En suivant une coulée, on parvient souvent à remonter à sa source, et on la voit se rétrécir de plus en plus, et ne plus offrir qu'une bande étroite ou une simple traînée de matières scoriacées, lorsqu'on arrive sur les flancs inclinés du cône, au sommet duquel est son point de départ. Telles sont toutes les coulées de laves des volcans à cratère.

Nous venons de passer en revue tous les genres de dépôts qui présentent de grandes masses de substances minérales ; et, comme nous l'avons déjà dit, les substances qui en font essentiellement partie sont en fort petit nombre. Toutes les autres espèces du règne minéral ne se montrent qu'accidentellement et presque toujours en faible quantité au milieu d'elles. Tantôt on les rencontre dans les roches sous la forme de feuillets ou de veines, qui sont en petit ce que les couches et les filons nous présentent en grand. Il est de ces veines que l'on doit considérer comme de véritables filons, c'est-à-dire comme d'anciennes fentes qui ont été remplies ; d'autres, au contraire, ne sont que de petits amas ramifiés, dont la formation est contemporaine de celle de la roche qui les renferme. La matière de la veine peut être d'une nature différente de celle de la masse environnante, ou bien être de la même nature, et ne s'en distinguer que par par la structure ou la couleur. Les marbres veinés présentent des exemples de ces différents cas.

Tantôt les substances dont il s'agit se rencontrent sous forme

de très-petits amas renfermés dans l'épaisseur des grandes masses, et qui reçoivent les dénominations particulières de *nids*, de *rognons* ou *nodules*, de *noyaux* ou d'*amandes*. Les nids sont ordinairement des amas de matières friables, et de forme irrégulière. Les rognons sont composés de matières solides; leur forme est arrondie et souvent comme étranglée en divers points: ils sont à peu près de la grosseur du poing ou de la tête. Enfin les noyaux sont de petites masses dont la forme ressemble à celle d'une amande, et dont la matière paraît s'être moulée dans dans une cavité préexistante.

Le plus grand nombre des substances qui se présentent en parties isolées affectent l'une ou l'autre des manières d'être suivantes: ou bien elles sont *disséminées* en cristaux ou en grains dans l'intérieur des grandes masses minérales, et, dans ce cas, les cristaux peuvent être obtenus entiers, si l'on parvient à les dégager de la roche dans laquelle ils sont comme empâtés, ou si cette roche finit par les laisser libres, en se désaggrégeant d'elle-même; ou bien, elles sont *implantees* sur les parois des filons, des géodes et autres cavités souterraines. Dans ce cas, l'une des extrémités des cristaux est comme fichée dans la matière de la roche, et souvent même se confond avec elle, quand elle est de même nature. On ne voit saillir alors que l'autre extrémité; et, si l'on cherche à détacher ces cristaux, on les brise forcément, et on ne les a jamais qu'avec un seul de leurs sommets.

Il est des substances qui se présentent en masses détachées, d'un volume plus ou moins considérable, que l'on a tout lieu de considérer comme des fragments ayant appartenu à d'anciennes roches brisées, et dont les parties anguleuses sont souvent émoussées ou même complètement arrondies (les fragments rejetés par les volcans; les blocs erratiques, les cailloux roulés). Enfin, il est des minéraux qui ne se montrent qu'en enduits, ou en *efflorescences* à la surface de certaines roches; et d'autres qu'on ne trouve qu'en solution dans les eaux, et principalement dans celles qu'on nomme *Eaux minérales*.

§ 3. *Des diverses associations minéralogiques, et particulièrement de celles qu'on nomme* Roches *et* Terrains.

Le nombre des couches et autres grandes masses minérales, qui, par leur superposition ou juxtaposition, forment les diffé-

rents compartiments de l'écorce terrestre, est assez considérable : mais ces divers dépôts peuvent être partagés en un certain nombre de groupes, dont chacun comprend une quantité plus ou moins grande de couches, qui sont naturellement associées entre elles, c'est-à-dire qui existent ou qui manquent presque toujours simultanément dans le même lieu, à tel point que la présence de l'une est un indice à peu près sûr de l'existence des autres.

Ces groupes naturels de couches, auxquels se lient d'autres masses non statifiées, ont reçu le nom de *Terrains*. Nous verrons bientôt que ces terrains ne sont pas irrégulièrement répandus dans l'intérieur du globe, mais qu'ils sont toujours placés les uns au-dessus des autres dans un ordre fixe, que l'observation a fait connaître et qui est celui de leur formation successive. L'écorce minérale, ou la partie connue du globe terrestre, se divise donc en *Terrains*, dont chacun comprend un certain nombre de *Couches* et autres grandes masses minérales ; ces masses minérales sont composées de *Roches*, qui le sont à leur tour de *Minéraux simples*. Pour pouvoir donc étudier les roches, et s'élever ensuite à la connaissance des terrains, il est nécessaire d'avoir une certaine notion des caractères distinctifs de ces minéraux, qui sont comme les matériaux ou les éléments des roches. Cette notion est d'autant plus facile à acquérir, que plus des neuf dixièmes des roches connues sont composées d'un très-petit nombre de substances minérales, diversement combinées entre elles. Ces minéraux composants sont eux-mêmes presque entièrement formés des oxydes suivants : la silice, l'alumine, la chaux, la magnésie, le sesqui-oxyde et le protoxyde de fer, la soude et la potasse ; l'acide carbonique et l'acide sulfurique. Les minéraux, qu'on peut regarder comme les éléments les plus essentiels des roches, sont : le quarz, les feldspaths, les micas et chlorites, le talc et la serpentine, les amphiboles et pyroxènes de couleurs vertes et noires, le calcaire, la dolomie et le gypse. Ils méritent une attention toute particulière, puisqu'ils jouent le principal rôle dans la structure du globe, et qu'à raison de leur abondance, on est exposé à les rencontrer à chaque pas dans la nature.

Nous avons dit que l'on donne en général le nom de *roche* à toute substance minérale, soit simple, soit composée, qui se rencontre en masse assez considérable, pour que le géologue en tienne compte dans l'étude qu'il fait de la composition de

l'écorce terrestre. La roche est *simple* ou homogène, quand elle est constituée par une seule espèce minérale : elle est *composée* ou hétérogène, quand elle résulte de l'association de plusieurs minéraux, présentant généralement le même ensemble et la même contexture de parties. Il y a des roches réellement composées, et qui paraissent homogènes à l'œil nu, à cause de la petitesse des parties différentes dont elles sont formées; mais cette homogénéité purement apparente disparaît, lorsqu'on examine la roche à la loupe ou bien au microscope : tel est le basalte, par exemple, qui est composé de grains ou de petits cristaux de pyroxène augite et de feldspath labrador, et qui ressemble à l'œil nu à une pierre noire et compacte. Haüy donnait le nom d'*adélogènes* aux roches composées, dont la structure n'était pas visible à l'œil nu, et celui de *phanérogènes* aux roches dont la composition était immédiatement reconnaissable. Mais plusieurs des roches qu'il plaçait dans la première catégorie sont devenues phanérogènes, lorsqu'on a cherché à étudier leur structure et leur composition à l'aide d'instruments grossissants.

Les caractères distinctifs des roches sont tirés de la nature de leurs parties composantes, et de la structure en petit de la masse formée par leur aggrégation. La structure est *grenue* ou *granitoïde*, lorsque la roche est composée, comme le granite ordinaire, de grains cristallins, entremêlés et réunis les uns aux autres par simple adhérence; la structure est *schisteuse*, quand la roche semble formée de feuillets minces, superposés entre eux, comme l'ardoise commune; la structure est *porphyroïde*, quand, les éléments de la roche n'ayant cristallisé qu'en partie, celle-ci offre un fond d'apparence homogène, et comme une sorte de pâte dans laquelle sont disséminés des cristaux formés en même temps qu'elle; la structure est *compacte*, quand la roche présente un tout uniforme, sans aucune distinction de parties composantes, et dont l'aspect est lithoïde ou vitreux; la structure est *cellulaire*, quand la roche offre dans sa masse des cavités nombreuses, sphériques, ou allongées et sinueuses, ce qui semble indiquer qu'elle a été originairement fondue, boursoufflée et traversée par des gaz qui se dégageaient de l'intérieur de la masse; la structure est *amygdaloïde* ou amygdalaire, si la roche présente au milieu d'une pâte homogène, des noyaux ou *amandes*, dont la matière, comme celle des géodes, semble être venue après coup remplir des cellules vides, et qui souvent se détachent de ces cellules avec facilité.

Nous allons donner ici une simple indication des roches les plus communes, parmi celles qui entrent dans la composition de l'écorce superficielle du globe, nous bornant à faire connaître leurs dénominations, leurs caractères les plus frappants, et leur disposition habituelle en couches ou en masses non stratifiées.

§ 4. *Des deux grandes classes de Roches, qu'on nomme Roches massives et Roches stratifiées.*

D'après leur nature et leur origine, on peut partager les roches en deux grandes divisions : les roches, de formation ignée, dont la matière paraît avoir été fondue par l'action de la chaleur souterraine, ou du moins amenée à un certain état de ramollissement, par l'action de cette chaleur combinée avec celle de l'eau et d'une forte pression (*Roches massives* cristallines; *Roches éruptives ou plutoniques*), et les roches de formation aqueuse ou sédimentaire (*Roches stratifiées,* ou *neptuniennes*). A ces deux classes principales s'ajoute une classe intermédiaire, qui se montre toujours dans le voisinage et en quelque sorte au contact des deux premières, avec lesquelles elle se lie par des caractères communs : ce sont les *roches schisteuses cristallines*, appelées *roches primitives* par les anciens géologues, et *roches métamorphiques*, par la plupart des géologues modernes, parce qu'ils les considèrent généralement comme d'anciennes roches sédimentaires, qui auraient été altérées et modifiées sur place par l'action de la chaleur combinée avec celle des sources minérales, gazeuses ou liquides.

1° Roches stratifiées, ou de sédiment. Les roches sédimentaires se présentent généralement en couches étendues et régulières; les matières qui les composent sont ordinairement compactes ou terreuses, à l'état solide ou meuble; elles renferment presque constamment deux sortes de parties accessoires ou de débris caractéristiques, qui rappellent leur origine : d'une part, des parties sableuses, des cailloux roulés et même de gros fragments d'autres roches, ayant appartenu à des terrains plus anciens qu'elles; d'une autre part, des *fossiles* ou débris organiques, provenant des plantes ou des animaux qui vivaient pendant la période de leur formation. Les terrains de sédiment sont composés en général de couches de *sables siliceux* ou de *grès quarzeux*, d'*argiles* ou de *marnes*, et de bancs de *calcaire* plus ou moins pur.

La silice ou le quarz se reconnaît aisément à la dureté de ses grains vitreux, capables de rayer le verre, à son infusibilité au feu de nos foyers, et à son insolubilité dans les acides ordinaires. L'argile, lorsqu'elle est pure, n'est composée que d'alumine, de silice et d'eau : c'est un mélange terreux, doux et gras au toucher, insoluble et infusible, mais faisant pâte avec l'eau, et prenant au feu du retrait et de la dureté. Le calcaire (ou la pierre à chaux) est un carbonate de chaux, facile à reconnaître par la propriété qu'il a de faire effervescence dans les acides, et de se réduire à l'état de chaux vive par la calcination.

Ces trois matières principales, en se mêlant entre elles deux à deux, ou toutes ensemble, forment des roches mélangées, de caractère mixte, auxquelles on donne quelquefois des noms particuliers. C'est ainsi qu'on appelle *marnes*, des mélanges de calcaire et d'argile; *molasses* ou *macignos*, des grès à ciment marneux ou calcaire, etc. Les grès se modifient encore par d'autres parties accessoires qui s'ajoutent aux grains de silice, et l'on a ainsi les variétés de grès suivantes : *grès feldspathique* (ou arkose), *grès micacé* (ou psammite), *grès rouge*, ou *grès bigarré*, à ciment ferrugineux, rouge, brun ou jaunâtre, *grès vert*, à grains de silicate de fer, etc.

Au nombre des roches sédimentaires, on compte encore la dolomie (ou le calcaire magnésien), le *gypse* (ou la pierre à plâtre) et le *sel gemme* (chlorure de sodium). Ajoutons enfin les grands dépôts de combustibles charbonneux qui ont tous une origine végétale : les *anthracites*, les *houilles*, les *lignites* et les *tourbes*.

2° ROCHES MASSIVES CRISTALLINES. Ces roches ne sont point stratifiées; elles se présentent en masses de formes irrégulières, et irrégulièrement fissurées, à structure généralement cristalline, et sont composées presque exclusivement de silice pure (quarz hyalin) et de silicates. Souvent les minéraux composants se distinguent à la première vue; quelquefois le grain s'atténue au point de ne plus être perceptible à l'œil nu, mais il reparaît presque toujours, aussitôt que l'œil s'arme de la loupe ou du microscope. Dans d'autres cas enfin, mais qui ne sont en général que des cas d'exception, la texture peut être regardée comme étant véritablement compacte, et présente une apparence lithoïde ou vitreuse. Nous citerons, parmi les roches de cette catégorie :

Le *Granite*. Roche à structure grenue, composée de grains de feldspath orthose, de quarz hyalin et de mica, entremêlés et immédiatement aggrégés entre eux. Le feldspath est clivable ou se divise en lames dans deux sens perpendiculaires l'un à l'autre: on le reconnaît à ce double clivage; il est ordinairement blanc, rouge ou verdâtre. Le quarz est en grains vitreux, irréguliers, sans aucune trace de clivage: il ressemble à des grains de sel gris. Le mica est en petites lamelles ordinairement noires, quelquefois rouges, ou blanches avec l'éclat argentin. Cette roche se présente habituellement en masse continue, irrégulièrement fissurée, sans traces de stratification. Quelquefois, cependant, sa structure devient comme schisteuse, par l'accumulation du mica, et la disposition parallèle que prennent les lamelles de ce composant : le granite alors passe insensiblement au gneiss, roche dont il sera question tout-à-l'heure. Le granite est une roche très-dure, qui prend assez bien le poli, mais se travaille difficilement: on en fait des colonnes, des obélisques, des dalles et bordures de trottoir, etc. Il y a entre les granites de pays différents une grande diversité d'aspect, qui tient à la couleur particulière des substances dominantes, et à la grosseur des grains. On distingue des granites rouges, des granites roses, des granites gris, etc. — Lorsque dans le granite, le mica disparaît presque entièrement, on a la roche appelée *pegmatite*, ou *granite graphique*; si l'on suppose que ce soit le feldspath qui vienne à manquer, on aura l'*hyalomicte*, ou granite stannifère, ainsi nommé, parce qu'il renferme habituellement du minerai d'étain. — La *syénite* est une roche granitoïde où le mica est remplacé par de l'amphibole noir (hornblende), et le quarz manque presque toujours; la *protogine* en est une autre, dans laquelle le mica est remplacé en tout ou en partie par une matière talqueuse, ou chloritique.

Le *Porphyre*. Roche composée d'une pâte feldspathique colorée, contenant des cristaux blanchâtres de feldspath, et quelquefois des grains vitreux de quarz, ou des cristaux noirs de pyroxène. On distingue des porphyres rouges, souvent quarzifères; des porphyres verts, à cristaux blancs feldspathiques; des porphyres noirs (ou mélaphyres) presque toujours pyroxéniques.

Le *Diorite*. Roche grenue, composée comme la syénite d'amphibole vert-noirâtre et de feldspath, mais dans laquelle l'amphibole prédomine, et où le feldspath se montre presque toujours à l'état compacte. La *Dolérite* est une roche analogue, composée

de pyroxène augite et de feldspath. L'hypersthénite et l'euphotide (ou gabbro) sont des roches pyroxéniques, dans lesquelles le pyroxène augite est remplacé par de l'hypersthène, et de la diallage.

La *Serpentine*. Roche à texture compacte, formée d'un silicate de magnésie hydraté, sans alumine; à cassure terne et cireuse ou écailleuse; tendre et douce au toucher; nuancée de diverses teintes vertes ou noires.

Le *Trapp*. On donne ce nom à une roche terreuse, de couleur verte ou noire, et dont la composition se rapproche tantôt de celle du diorite, et tantôt de celle du basalte : elle forme de grandes masses irrégulières, à divisions planes et parallélipipédiques, offrant souvent dans les escarpements la disposition en marches d'escalier. Elle est presque toujours à structure amygdaloïde.

Le *Basalte*. Roche à structure compacte ou à grains microscopiques, composée essentiellement de feldspath labrador et de pyroxène augite; d'un gris de fer, tirant sur le noir; dure, pesante et tenace. Elle renferme habituellement des grains de fer titané, et parfois des rognons ou des grains de péridot olivine. On la rencontre sous la forme de dykes ou de filons puissants, de plateaux ou de grandes nappes, qui le plus souvent se divisent d'une manière assez régulière, en prismes hexagonaux, par des fissures planes.

Le *Trachyte*. Roche composée d'une pâte terreuse, de couleur blanchâtre ou gris-cendré, cellulaire, âpre au toucher, et qui enveloppe fréquemment des cristaux amincis et fendillés de feldspath vitreux. Elle passe souvent, d'une part, à des masses vitreuses, translucides, et comme enfumées, qu'on nomme *obsidiennes* ou verres volcaniques, et d'une autre part à la pierre poreuse, que tout le monde connaît sous le nom de *ponce*. Elle se présente, tantôt en larges nappes, à la manière du basalte, et tantôt sous la forme de dômes ou de cloches.

La *Lave*. Roche noire ou grisâtre, quelquefois altérée en rouge, cellulaire ou scoriacée, et qui est sortie d'une bouche ignivome ou d'un cratère volcanique, sous la forme de coulées, en se répandant par bandes étroites sur les flancs d'une montagne conique, au sommet de laquelle ce cratère est toujours situé. C'est moins une roche particulière, que la matière même des trachytes ou des basaltes qui s'est trouvée dans un état de fusion plus parfait.

3° ROCHES SCHISTEUSES CRISTALLINES. — Les principales roches de cette série sont : le gneiss, le micaschiste, le schiste talqueux, et le schiste argileux ou schiste proprement dit.

Le *Gneiss* est une roche composée des mêmes éléments que le granite, et qui ne s'en distingue que par sa structure schisteuse. C'est en quelque sorte un granite veiné ou feuilleté, sur la tranche duquel on remarque des veines parallèles, de couleur foncée, formées par le mica, et alternant avec des veines blanches ou grisâtres, que forment les grains de feldspath et de quarz réunis.

Le *Micaschiste*, ou schiste micacé, est une autre roche schisteuse, à feuillets droits ou ondulés, composée seulement de mica et de quarz, sans feldspath. Les *schistes chloriteux* et *talqueux* n'en diffèrent que par la substitution de la chlorite et du talc au mica. Lorsque, dans ces roches schisteuses, les éléments sont atténués au point de ne plus être visibles, et tellement confondus entre eux qu'il en résulte une roche homogène en apparence, à structure terreuse et feuilletée, qui ressemble par son aspect aux matières argileuses, on donne à cette roche le nom de *schiste argileux*, de *phyllade*, ou de *schiste* proprement dit : elle diffère des véritables argiles en ce qu'elle n'est pas susceptible de se délayer dans l'eau. Elle a la propriété de se déliter dans un sens en feuillets plus ou moins minces ; et lorsque ces feuillets sont solides, droits et continus, on les emploie dans l'architecture, sous le nom d'*ardoises*.

§ 5. *Des Terrains massifs, et des Terrains stratifiés.*

Nous avons dit qu'il existait dans l'écorce superficielle du globe terrestre, deux ordres bien distincts de roches ou de grandes masses minérales, l'un composé de couches produites l'une après l'autre, en allant de bas en haut, et renfermant soit des fragments de roches préexistantes, soit des débris d'animaux et de plantes : ce sont les *roches stratifiées*, nommées aussi roches neptuniennes ou de sédiment, parce que les matières dont elles sont formées, ont été évidemment, du moins pour le plus grand nombre d'entre elles, déposées et nivelées par les eaux ; l'autre composé de masses irrégulières, à texture ordinairement cristalline, qui se lient diversement avec les terrains à couches, et au-dedans desquelles on ne trouve aucun des débris qui caractérisent ces derniers ; ce sont les *roches massives* (c'est-à-dire

non stratifiées), nommées aussi roches plutoniques ou éruptives, parce qu'il est prouvé pour la plupart d'entre elles, et qu'il devient de plus en plus probable pour toutes, que les matières dont elles se composent, ont été soulevées de l'intérieur du globe par les forces d'expansion dont on attribue l'origine à la chaleur souterraine, jointes sans doute aux contractions produites dans la croûte superficielle par son refroidissement successif.

Les roches stratifiées ou sédimentaires s'observent principalement dans les pays de plaines et de collines, et sur les flancs des montagnes; les roches massives se rencontrent généralement au-dessous de toutes les couches neptuniennes, ou bien se montrent intercalées entre elles, vers le centre des chaînes de montagnes, comme si elles les avaient traversées, rompues et redressées, pour se porter au-dessus de leur niveau.

Les diverses couches de sédiment ou masses soulevées, dont se compose l'écorce minérale du globe, en s'associant entre elles, constituent des groupes ou systèmes particuliers, appelés *terrains* ou *formations*, que l'on retrouve en beaucoup de lieux différents, avec les mêmes caractères généraux de gisement, de structure et de composition. On entend par terrain ou formation, un ensemble de couches et de masses, formées pendant une de ces périodes successives de tranquillité, dans lesquelles s'est partagée la durée du développement de l'écorce minérale, périodes qu'on croit avoir été séparées les unes des autres par des intervalles de trouble, qui ont passagèrement interrompu l'action sédimentaire. Chaque formation est donc le représentant d'une époque géologique, pendant laquelle avaient lieu, comme de nos jours, ces deux sortes d'actions, l'action sédimentaire et l'action volcanique; elle doit donc comprendre des dépôts de toute nature, marins ou continentaux, neptuniens ou plutoniques. Chaque âge, en effet, a eu ses continents et ses mers, ses montagnes et ses volcans, ses lacs et ses rivières. Ce qui détermine une de ces grandes formations, est donc la continuité de l'action sédimentaire, pendant toute la durée d'un certain temps auquel elle correspond, et dont elle nous garde la trace. Son principal caractère est le défaut de parallélisme, que l'on observe généralement entre la stratification du système de couches qui la composent, et celle du système qui est placé au dessous. En même temps que le premier est caractérisé par une discordance de stratification, il l'est encore par une varia-

tion subite et tranchée qui se montre, soit dans la nature minéralogique du depôt, soit dans la nature organique de ses fossiles, c'est-à-dire des êtres anciens dont il recèle les débris.

Chaque terrain a donc un triple caractère : géologique, minéralogique et paléontologique, et ce caractère est emprunté aux couches qui en constituent la partie fondamentale ; ce sont elles qui déterminent l'âge relatif du terrain. Les terrains à couches ont en effet un ordre de superposition invariable, qui n'est autre que celui dans lequel ils ont été déposés ; en effet, chaque couche recouverte est nécessairement plus ancienne que toutes celles qui la recouvrent. On peut donc, en imaginant toutes les couches, qui ont été produites successivement dans les diverses parties de la terre, comme placées les unes au-dessus des autres, en former une série ou échelle, dans laquelle elles seront rangées par ordre chronologique.

Les terrains massifs sont aussi de différentes époques de formation ; mais ils ne peuvent être rangés en une série chronologique aussi régulière, parce que le même terrain a pu se reproduire à différentes reprises avec des caractères minéralogiques à peu près semblables, et qu'on manque ici du secours des fossiles, pour établir l'identité ou la différence d'âge de deux dépôts du même genre. Cependant, on a essayé de classer les roches principales de ces terrains, d'après le plus ou moins d'ancienneté des époques de leur plus grand développement, ou de leurs plus fréquentes apparitions ; de là, une seconde série de masses minérales, entièrement indépendante de la première. Ces deux séries de dépôts ne sont pas relativement, l'une plus ancienne, et l'autre plus récente ; mais elles se sont développées l'une à côté de l'autre, et toutes deux se continuent encore pendant la période actuelle.

Il y a toujours dans un terrain une ou plusieurs roches principales qui en forment la partie essentielle ou dominante, et qui servent à le caractériser et à le dénommer. C'est ainsi que l'on dit : le terrain de gneiss, le terrain de grès rouge, le terrain de grès bigarré, le terrain de calcaire grossier. D'autres roches ne sont qu'accessoires dans la composition du terrain ; leurs couches ne se répètent point un grand nombre de fois, elles ne se montrent qu'accidentellement intercalées entre celles de la roche principale, et souvent elles disparaissent tout-à-fait ; on dit que ces couches sont subordonnées à celles de la roche dominante. Une même roche peut être subordonnée dans un ter-

rain, et jouer dans un autre le rôle de roche principale et caractéristique.

La connaissance de l'échelle chronologique des terrains stratifiés importe beaucoup au minéralogiste et au mineur, parce qu'elle les met à même de prévoir, d'après l'état du sol à la superficie, quelles sont les masses minérales qu'ils peuvent s'attendre à trouver dans la profondeur, et quelles sont celles au contraire qu'ils ne pourront pas y rencontrer, par la raison qu'elles ne sont jamais inférieures aux roches de la surface. Nous allons donc présenter ici la série des terrains, telle que l'admettent aujourd'hui les géologues, nous ferons connaître, pour chacun d'eux, la roche principale qui le caractérise, et nous indiquerons en même temps, parmi les masses qui lui sont subordonnées, celles qu'il importe le plus de connaître, et parmi les roches massives et cristallines, celles qui se montrent le plus fréquemment en contact avec lui.

On divisait anciennement les terrains stratifiés en cinq grandes classes, selon leur ordre d'ancienneté, et l'on distinguait ces classes par les noms de *terrains primitifs*, ou terrains des schistes cristallins, *terrains intermédiaires* ou de transition, *terrains secondaires*, *terrains tertiaires*, et *terrains d'alluvions*. Aujourd'hui les géologues subdivisent la plupart de ces anciennes classes en plusieurs groupes ou étages distincts, ce qui porte à seize le nombre des terrains dont se compose la série chronologique, et que nous allons énumérer.

I. TERRAINS PRIMITIFS.

1er Groupe. *Terrains des schistes cristallins, ou terrains métamorphiques* Les roches schisteuses primitives ont pour base le granite, et se composent de gneiss, de micaschistes, de schistes talqueux ou chloriteux, et de schistes argileux (phyllades et ardoises). Ils ne contiennent en général ni débris organiques, ni fragments de roches plus anciennes, ni cailloux roulés. On a cru pouvoir conclure de là qu'ils ont été formés avant l'existence des êtres organisés, et avant toutes les catastrophes qui ont bouleversé la surface de la terre, et dont les autres terrains offrent des témoignages si nombreux, et c'est pour cette raison qu'on les a nommés *terrains primitifs*. On leur a donné aussi le nom de *terrains azoïques*, c'est-à-dire non fossilifères. Mais ces expressions ne doivent pas être prises dans un sens absolu, car

on a trouvé dans quelques-uns des traces de corps organisés, encore reconnaissables, quoique en partie effacés; et beaucoup de géologues considèrent maintenant ces roches cristallines, comme d'anciennes roches de sédiment, qui ont été métamorphosées ou altérées dans leur composition et dans leur structure par la chaleur et par des agents chimiques, ce qui leur a fait perdre les caractères que la sédimentation leur avait primitivement imprimés. De là, le nom de *roches métamorphiques*, par lequel on désigne souvent ces roches schisteuses, auxquelles sont quelquefois subordonnés des bancs de calcaire salin ou saccharoïde.

II. TERRAINS INTERMÉDIAIRES.

Les terrains intermédiaires sont les premiers terrains de la série des couches fossilifères, et par conséquent les terrains primaires à l'égard de cette série, considérée à part et en elle-même. On les a appelés terrains de transition et aussi terrains *palæozoïques*. On les trouve toujours au-dessus des terrains primitifs, ou adossés contre eux, lorsque les couches de ceux-ci sont inclinées à l'horizon. Ils se composent de roches à structure cristalline, de schistes argileux, de grès et de calcaires compactes fins, alternant avec des conglomérats formés de fragments que l'on reconnaît pour avoir appartenu à toutes les roches du groupe primitif. Ils sont caractérisés par un ensemble de fossiles, qui leur est propre, par une faune et une flore toutes spéciales. Les calcaires compactes, à teintes généralement foncées, fournissent la plupart des marbres colorés, qu'on emploie dans la décoration monumentale. Les schistes donnent les ardoises, les pierres à rasoir, les grès et pierres à aiguiser. Enfin, à ces terrains appartiennent les plus grandes masses des combustibles charbonneux, connus sous les noms d'anthracite et de houille. Comme les terrains primitifs auxquels ils se lient par en bas, ils sont souvent traversés par des filons métallifères. Les amas de gypse et de sel gemme, autres produits des émanations souterraines, y sont au contraire des plus rares. Ces terrains ont été appelés intermédiaires, ou de transition, parce qu'à raison de leur composition et de leurs caractères, ils forment comme le passage des anciens terrains primitifs aux terrains secondaires proprement dits.

2e Groupe. *Terrain cambrien* (ou cumbrien), composé de schistes de couleur noire ou verte (Cumberland, en Angleterre;

Bretagne, en France), et de calcaires compactes, avec quelques empreintes de fucoïdes, et quelques débris, encore très-rares, de polypiers et d'encrines.

3e Groupe. *Terrain silurien*, composé de grès à gros grains, appelé *grauwacke*, de schistes, de calcaires, et de marnes schisteuses, riches en fossiles (trilobites). Ce terrain est très-développé en Anglèterre (pays de Galles, et Cornouailles), en France (Bretagne et Normandie; Ardennes), en Belgique, sur les bords du Rhin, et en Allemagne. C'est de ce terrain que proviennent les bonnes ardoises des Ardennes, de l'Anjou, et du pays de Galles.

4e Groupe. *Terrain dévonien*, ou terrain du vieux grès rouge. Couches puissantes de grès, colorés en rouge par du péroxyde de fer (Angleterre), avec schistes et calcaires de teintes foncées, et riches en fossiles (poissons; coquilles univalves cloisonnées, telles que nautiles, orthocéras et goniatites; coquilles bivalves de brachiopodes, telles que productus et spirifères). Ce terrain renferme des couches d'anthracite (Sarthe et Maine-et-Loire). On y rapporte la plupart des marbres colorés des Pyrénées et de la Montagne-Noire, qui abondent en orthocératites et en nautiles.

5e Groupe. *Terrain de calcaire carbonifère*, appelé aussi en Angleterre, calcaire de montagne, et calcaire métallifère, parce qu'il forme dans ce pays une chaîne dirigée du sud au nord, et qu'il y abonde en minerais de plomb et de zinc. Ce calcaire est ordinairement de couleur bleue ou noirâtre; il est riche en débris d'encrines et de polypiers. Il est coloré par une matière charbonneuse ou bitumineuse, et renferme quelquefois des masses d'anthracite.

6e Groupe. *Terrain houiller*, composé de couches plus ou moins puissantes d'un grès quarzeux micacé, à ciment argileux, et de couleurs variables, nommé *grès houiller*, qui renferme des couches de schistes noirs ou d'argiles schisteuses à empreintes végétales, des rognons disséminés de carbonate de fer, et des bancs plus ou moins nombreux de houille. Cette dernière substance toutefois n'existe pas partout où se rencontre le grès houiller, qui est la roche principale du terrain. Les couches calcaires et marneuses sont rares dans cette formation; cependant il en existe à Edimbourg dans la partie inférieure du terrain, et elles contiennent des restes de poissons remarquables (poissons sauroïdes). Dans les bassins houillers du continent, on

trouve, à la partie supérieure, des couches d'un schiste marno-bitumineux, contenant aussi des poissons, et qui est parfois inflammable : il sert à préparer une huile pour l'éclairage, qu'on nomme *huile de schiste*.

Les houillères forment tantôt des bassins circonscrits, placés à la file les uns des autres et indépendants : ce sont celles dont les matériaux ont été déposés dans des lacs d'eau douce (houillères du centre de la France); tantôt elles forment d'immenses et larges zônes, dont les couches offrent plus de continuité et de régularité, et alors elles reposent sur un calcaire marin (le calcaire carbonifère), ce qui indique qu'elles se sont produites sur des plages marines, voisines toutefois des côtes, et par cela même accessibles aux produits des continents (houillères du nord de la France, de la Belgique, et de l'Angleterre). La flore de ce terrain est des plus remarquables par sa ressemblance avec les flores insulaires et intertropicales. Elle se compose de feuilles et de tiges gigantesques de fougères, de lycopodes, d'équisétacées, de cycadées et de conifères. Les roches massives, dont les éruptions ont eu lieu à travers le terrain houiller, sont des porphyres, des trapps et des basaltes.

III. TERRAINS SECONDAIRES.

Les terrains secondaires sont essentiellement composés de formations marines, comprenant deux sortes de roches de sédiment, des roches calcaires, remplies de débris organiques, et des roches arénacées ou matières de transport (grès, sables et argiles) alternant avec les premières, de telle sorte que, dans les terrains inférieurs, les matières arénacées prédominent, et dans les supérieurs, les roches calcaires. Ces terrains s'étendent depuis le terrain houiller exclusivement jusqu'à la craie blanche. Dans la partie inférieure sont des grès rouges avec des calcaires noirs ou gris-cendré; dans la partie moyenne, des grès ou marnes bigarrés, riches en amas de sel gemme et de gypse; dans la partie supérieure, sont les grandes masses calcaires, connues sous les noms d'*oolithe* et de *craie*. On trouve en abondance dans ces terrains des fossiles remarquables, qui proviennent d'animaux marins dont la race est depuis longtemps éteinte, des ammonites, des bélemnites, des squelettes de sauriens gigantesques (ichthyosaures, plésiosaures, mégalosaures, etc.). Il est rare qu'on y trouve des traces d'oiseaux et de mammifères.

7ᵉ Groupe. *Terrain permien* (ou *pénéen*), ainsi nommé, parce qu'il est très-développé dans le gouvernement de Perm, en Russie, où il se compose d'une série de couches de grès, de schistes, de marnes et de calcaires, renfermant des amas de sel gemme et de gypse, et des mines de cuivre. Dans l'Allemagne septentrionale, il se compose de deux étages principaux, séparés par une couche peu épaisse de schiste bitumineux cuprifère. L'étage inférieur est celui du *nouveau grès rouge;* l'étage supérieur, celui du *calcaire pénéen*. Ce dernier étage est complètement dépourvu de matières utiles, aussi bien que l'inférieur : les minerais, que l'on exploite, et qui consistent principalement en minerais de cuivre, ne se rencontrent que dans le schiste intermédiaire, appelé à cause de cela *schiste cuivreux* (Kupferschiefer). Le grès qui lui sert de base, a été nommé par les mineurs allemands *todt-liegende* (fond mort); et le calcaire qui le surmonte a reçu le nom de *zechstein*, qui veut dire *roche indicatrice,* parce qu'elle annonce le voisinage de la couche que les mineurs recherchent, pour en faire l'objet d'une exploitation. En Angleterre, le calcaire pénéen est remplacé par de la dolomie, ou calcaire magnésien.

En France, le grès rouge proprement dit est recouvert par un autre dépôt de grès, appelé *grès des Vosges*, qu'on a considéré comme une formation particulière. Il est traversé par des filons ferrugineux, et contient en outre des minerais de manganèse, de plomb et de mercure.

8ᵉ Groupe. *Terrain de trias*. Ce groupe se compose de trois dépôts, minéralogiquement distincts, et qui semblent former, au moins en Allemagne, une sorte de triade ou d'association inséparable ; ces dépôts sont ceux du *grès bigarré*, du *muschelkalk*, et des *marnes irisées*. On leur a donné aussi le nom de terrains salifères, parce que c'est là que se montrent le plus habituellement les amas de sel gemme dans la partie centrale de l'Europe. A ce sel sont souvent associés des amas de gypse (sulfate de chaux hydraté) ou d'anhydrite (sulfate de chaux anhydre). Enfin, dans l'étage supérieur se rencontrent encore des dépôts de lignite (Lorraine et Alsace).

L'étage inférieur ou le grès bigarré est un grès à ciment argileux, de couleur variée, et souvent bigarré de taches ou de bandes rouges, jaunes, bleues, etc. L'étage moyen est un calcaire compacte, d'un gris de fumée, contenant une grande quantité de coquilles et autres fossiles, dont les plus caractéristiques sont une espèce d'ammonite (*ammonites nodosus*), une espèce d'en-

crine (*encrinites moniliformis*), plus quelques espèces de térébratules, de peignes, d'huîtres et de trigonies. L'étage supérieur, celui des marnes irisées (ou du *keuper*), est formé par des marnes bigarrées de rouge, de gris-verdâtre et de bleuâtre. Il est riche en amas de combustibles et de sel gemme (Würtemberg; mines de Vic et de Dieuze, en France). C'est aussi de cet étage que sortent les sources salées du Jura. La galène en grains se trouve quelquefois disséminée dans les matières arénacées du Trias; les minerais de cuivre de Chessy, le chrôme oxydé du Creusot, le manganèse oxydé de Romanèche, appartiennent aussi à ce terrain.

9e Groupe. *Terrain jurassique*. Ce terrain, qui est très-développé en Angleterre et en France, et dont les montagnes du Jura sont composées en très-grande partie, forme à la surface de nos continents de grandes zônes, qui se succèdent les unes aux autres, et se composent de couches alternatives d'argiles, et de calcaires purs ou argileux, quelquefois compactes, mais le plus souvent à structure oolithique, circonstance qui a valu à ces terrains le nom de *terrains oolithiques*. Les argiles sont grises ou bleuâtres; les calcaires ont des teintes foncées dans la partie inférieure; ils sont généralement blancs ou jaunâtres dans les parties moyenne et supérieure. Ils fournissent de bonnes pierres lithographiques, des pierres à chaux hydraulique et d'excellentes pierres de construction. On trouve dans ce terrain, des minerais de fer hydraté, dans deux positions très-différentes: dans l'une, le minerai est en couches réglées au milieu du terrain lui-même, et lui est par conséquent contemporain: c'est le fer hydraté oolithique. L'autre, qui est en amas superficiels, et quelquefois pénètre le terrain de haut en bas par des fentes ou des espèces de puits, appartient à une formation plus récente: on lui a donné le nom de fer pisolithique, ou de mine de fer en grains. On trouve encore dans ce terrain quelques amas ou filons métallifères, ou bien des couches imprégnées de minerais (oxyde rouge de fer, sulfure de mercure, et galène), des amas de sel gemme, de gypse et de dolomie, et quelques dépôts de combustibles charbonneux.

Ces terrains sont caractérisés, sous le rapport paléontologique, par une grande abondance de reptiles sauriens (ichthyosaures, plésiosaures, ptérodactyles, etc.), d'ammonites à cloisons persillées, de coquilles bivalves des genres huître, gryphée, trigonie, et par un grand développement d'échinides (oursins) et

de polypiers. C'est là qu'a lieu la première apparition des bélemnites, et qu'on a observé pour la première fois des débris de mammifères.

On partage les terrains jurassiques en deux systèmes, dont l'inférieur est le *système du lias*, et le supérieur est le *système oolithique;* ce dernier se subdivise en trois étages : l'*oolithe inférieure*, l'*oolithe moyenne*, et l'*oolithe supérieure*. Ces deux systèmes diffèrent beaucoup entre eux par leur physionomie et leur composition minérale. Le lias ou calcaire à gryphées arquées, est un calcaire argileux, de couleur foncée et souvent bleuâtre (pierre bleue de la Bourgogne). Il repose sur des grès qui, dans certains endroits, deviennent feldspathiques (arkoses), et renferment alors des minéraux cristallisés, et des minerais en rognons. L'oolithe inférieure est souvent comme pétrie de globules de fer hydraté; elle offre ensuite une couche d'argile, que les Anglais nomment la *terre à foulon*, parce qu'elle sert à dégraisser les draps qui sortent de leurs fabriques, et, au-dessus de cette argile, le puissant dépôt de la grande oolithe. C'est ce dépôt qui fournit la pierre de Caen, une des meilleures pierres de construction.

L'étage de l'oolithe moyenne comprend deux assises ou deux groupes distincts de couches : le groupe oxfordien, comprenant des couches d'une argile bleue (argile d'Oxford et de Dives), et le groupe corallien (ou *coral-rag*), formé de couches qui renferment une grande quantité de coraux. L'oolithe supérieure se subdivise aussi en deux groupes distincts : le groupe kimméridien, comprenant des couches d'argile bleue ou jaunâtre (argile de Kimmeridge et de Honfleur), et le groupe portlandien, formé de couches calcaires, qui fournissent une très-belle pierre de construction (la pierre de Portland).

10e Groupe. *Terrain crétacé inférieur*. Ce terrain se compose en général de calcaires, de marnes et d'argiles, de grès et de sables ferrugineux. Il se divise en trois étages : l'*étage néocomien*, ou *wealdien ;* l'étage du *grès vert*, et celui de la *craie tufeau*. L'étage néocomien consiste généralement en dépôts marins, composés de calcaires, de marnes et d'argiles, avec couches subordonnées de sables ferrugineux. Ces couches contiennent des échinides, des nautiles d'espèces caractéristiques, et des ammonites de grande taille, à tours de spire séparés. En quelques endroits, ce dépôt marin est remplacé par une formation correspondante de dépôts lacustres ou fluviatiles (formation wealdienne

des Anglais). Des minerais de fer se rencontrent en France dans les parties sableuses de l'état néocomien (minerais de fer de Wassy et de Saint-Dizier). L'étage du grès vert contient une marne bleue (gault), puis des sables ou grès verts, colorés par des grains de glauconie ou de silicate de fer. L'étage de la craie tufeau est caractérisé par des couches de craie (calcaire friable ou terreux); cette craie est verte inférieurement (craie verte, ou glauconieuse); mais dans les parties supérieures, elle est grise, grossière, sableuse ou marneuse (craie tufeau, proprement dite). Elle renferme des silex cornés, de couleur blonde. Les principaux fossiles qu'on y rencontre sont des ammonites, des gryphées, des huîtres, etc.

11[e] Groupe. *Terrain crétacé supérieur.* Ce terrain, formé de dépôts exclusivement marins, se compose, dans le nord de la France et en Angleterre, de diverses couches d'un calcaire tendre et friable, appelé *craie blanche*, ou *craie proprement dite*, qui présente dans les environs de Paris une puissance de plus de deux cents mètres. Les premières couches sont sans silex, mais dans sa partie supérieure, la craie blanche renferme des rognons de silex pyromaque, disposés par séries planes, ou formant des espèces de lits interrompus. Sa stratification, généralement peu distincte, est indiquée par ces lignes de silex, qui sont très-apparentes dans les escarpements. Elle abonde en mollusques et en zoophytes, parmi lesquels on remarque surtout, comme caractéristiques, certaines espèces de bélemnite, d'huître, d'oursin, etc. Dans le midi de la France, la craie change d'aspect : elle devient plus compacte et plus dure, et quelquefois elle perd tout-à-fait sa couleur blanche : là elle se distingue par une grande abondance de coquilles de la famille des rudistes (hippurites, radiolites).

IV. TERRAINS TERTIAIRES.

Les terrains de la période tertiaire sont caractérisés par l'abondance des débris de mammifères et d'oiseaux qu'ils contiennent; par les nombreuses coquilles qui y sont enfouies, et qui présentent pour la première fois plus ou moins d'espèces analogues aux espèces actuellement vivantes; et par l'alternance fréquente des dépôts marins avec ceux qui proviennent des lacs et des rivières. Ce sont en général des dépôts littoraux, ou qui ont eu lieu dans des bassins circonscrits; ils occupent les parties

basses des continents, et reposent en stratification discordante sur les terrains secondaires. Dans les pays de plaines, leurs couches sont sensiblement horizontales, et se correspondent exactement sur les collines ou plateaux qui séparent les vallées. Leurs roches ont beaucoup moins de consistance que celles des terrains plus anciens: ce sont des argiles et des sables, des calcaires grossiers, des marnes et des gypses, des grès et des meulières. Les terrains de cette période ont été partagés en trois étages distincts, inférieur, moyen et supérieur.

12e Groupe. *Terrain tertiaire inférieur.* Ce terrain, qui est très-développé aux environs de Paris, et que caractérise la présence de nombreux restes de mammifères perdus, appartenant au genre *Palæotherium*, se divise en deux systèmes de couches, dans lesquelles prédominent successivement les dépôts marins et les formations d'eau douce sous-marines : celui du *calcaire grossier*, et celui des *marnes gypseuses*. Le premier est un calcaire marin, très-riche en fossiles, parmi lesquels on distingue les cérithes, les nummulites, les miliolithes, etc. A sa base est un dépôt fluvio-marin, l'argile plastique (vulgairement nommée *terre glaise*, ou *argile à poteries*), qui renferme des amas de lignites. Le système des marnes gypseuses est composé de couches de marnes au milieu desquelles sont des amas de gypse, et d'un calcaire compacte fin, imprégné de silice, qu'on nomme *calcaire siliceux*.

13e Groupe. *Terrain tertiaire moyen.* Le terrain tertiaire moyen se compose de plusieurs assises, dont les deux premières seulement appartiennent au bassin de Paris : ce sont les *sables et grès de Fontainebleau*, qu'on exploite pour le pavage de Paris; le *calcaire d'eau douce* de la Beauce, avec ses meulières; les *molasses* du Midi et de la Suisse, sortes de grès marneux très-tendres, qui fournissent des pierres pour la bâtisse; et les *faluns* de la Touraine et de la Gironde, calcaires friables et sableux, composés presque uniquement de débris de coquilles, et qui servent à l'amendement des terres dans les environs de Tours et de Bordeaux. Ils sont caractérisés par la présence des débris de grands pachydermes (mastodonte et dinothérium).

14e Groupe. *Terrain tertiaire supérieur.* Cet étage, qui n'est point représenté parmi les couches du bassin de Paris, se compose du *crag* d'Angleterre, sorte de sable quarzeux et ferrugineux, mêlé de débris de coquilles et de polypiers; des *marnes bleues subapennines*, qui forment des collines au pied des Apennins, et de différents calcaires marins du littoral de la Méditer-

rânée. Il est caractérisé par la présence de nombreux ossements d'éléphants, d'hippopotames, de rhinocéros, d'hyènes et d'ours, qui n'appartiennent pas aux espèces vivantes. C'est à cet étage que l'on rapporte les tufs à ossements fossiles, qu'on trouve en différents lieux, en France et en Italie.

V. TERRAINS DE TRANSPORT.

Tous les dépôts postérieurs aux terrains précédents, et qui forment les parties les plus superficielles de l'écorce terrestre, ont cela de particulier, qu'ils n'offrent plus les caractères de sédiments qui se seraient produits tranquillement au sein des eaux; mais plutôt ceux de dépôts irréguliers, résultant d'un transport rapide et plus ou moins violent. De là les noms particuliers de *terrains diluviens*, ou de *terrains d'alluvion* qu'on leur donne, parce qu'on les a attribués ou à d'immenses courants, à de grandes inondations, subites et passagères, comme le déluge historique, ou bien à des causes moins extraordinaires, comme celles qui produisent encore de nos jours des transports de blocs et de galets, ou de simples alluvions. Ces dépôts, généralement meubles, caillouteux ou limoneux, se composent de couches, et plus ordinairement, d'amas irréguliers de sables et de limons, renfermant des cailloux roulés avec des débris organiques, et quelquefois des blocs de roche épars (blocs erratiques). Ils se partagent en deux systèmes distincts : les *alluvions anciennes* (ou le diluvium), et les *alluvions modernes*.

15ᵉ Groupe. *Terrain diluvien*. Les alluvions anciennes sont dues à des causes qui ont cessé d'agir, ou qui n'agissent plus avec la même énergie qu'à l'époque de leur formation. On les rencontre non-seulement dans les plaines, mais encore sur les plateaux et sur les pentes des montagnes; ils remplissent les vallées, comblent les cavernes et obstruent les fentes des rochers. Un de leurs caractères les plus constants, est d'être accompagné d'énormes fragments de roches, à angles vifs ou émoussés, nommés *blocs erratiques;* ils renferment aussi presque toujours des dépouilles d'animaux ayant appartenu à des espèces perdues; ou bien à des espèces analogues à celles qui vivent encore, mais dans des lieux très-éloignés. Mais ce n'est pas seulement dans les couches meubles et superficielles que l'on rencontre ces débris organiques, ils sont surtout accumulés dans des brèches à ciment ferrugineux (*brèches osseuses*) qui obstruent les fentes des rochers,

et dans les *cavernes à ossements*, qui jadis ont été en communication avec la surface du sol par des ouvertures, du genre des fentes dont nous venons de parler.

On a rapporté au terrain diluvien, mais avec quelque incertitude, les minerais de fer en grains ou pisolithiques du Berry et de la Franche-Comté, sous le nom de *Fers d'alluvion;* et les *dépôts* qu'on a appelés *plusiaques*, sortes de graviers ou de sables à ciment ferrugineux au milieu desquels se trouvent en abondance des minéraux précieux, tels que de l'or et du platine en grains, ou des cristaux de diamant et autres pierres gemmes. Ces dépôts remplissent tantôt le fond de vallées larges et presque horizontales, tantôt s'étendent sur des plaines ou des plateaux assez élevés, ou sur des pentes peu inclinées de collines basses.

16ᵉ Groupe. *Terrain d'alluvion moderne*. Les dépôts de cette époque ont beaucoup de ressemblance avec ceux de l'époque diluvienne : ce qui les en distingue, c'est qu'ils ont été formés postérieurement à la dernière grande révolution que la surface du globe a éprouvée, et par des causes encore agissantes. C'est dans ces dépôts, les plus superficiels et les plus modernes, que l'on trouve des fossiles ayant appartenu à des espèces analogues à celles qui existent encore dans la contrée, tels que des os d'animaux domestiques, et des débris de l'espèce humaine associés aux objets de son industrie. Ces terrains comprennent les produits des volcans modernes, les glaciers et leurs moraines, les dépôts de sels des lacs, ceux des sources incrustantes, les formations modernes de calcaires, de sables et de limons, enfin les tourbes et la terre végétale. Celle-ci, qui est le résultat de la décomposition et de la désaggrégation par l'air atmosphérique des roches solides superficielles, se compose des matières minérales les plus répandues à la surface du globe, de sable, d'argile et de calcaire, et contient en outre une légère quantité d'humus, provenant de la décomposition des matières organiques.

VI. TERRAINS MASSIFS, OU PLUTONIQUES.

Outre les terrains dont nous venons de parler, qui sont régulièrement stratifiés et gardent entre eux un ordre invariable de superposition, on distingue encore, ainsi que nous l'avons dit, une autre classe de terrains produits par des causes toutes différentes : ce sont les terrains composés de roches massives et éruptives, appelés souvent *terrains plutoniques*, et comprenant parmi

eux les terrains volcaniques proprement dits. Ils sont formés de roches à structure cristalline ou vitreuse, qui ne renferment ni cailloux roulés, ni débris organiques. La matière de ces roches paraît être venue de dessous les terrains stratifiés, d'où elle a été soulevée, à diverses époques, soit en masse presque solide ou ramollie par les actions combinées de la chaleur, de l'eau et de la pression, soit en masse à demi-fondue, ou bien à l'état de fusion complète : elle s'est intercalée entre les couches des terrains stratifiés, ou s'est épanchée à leur surface, en sortant tantôt par de grandes fentes, tantôt par les cheminées des volcans, espèces de canaux terminés par des ouvertures circulaires, en forme de *cratères* ou de coupes. Avec M. Elie de Beaumont, nous partagerons ces terrains en quatre groupes principaux : 1° les *Roches plutoniques acides* (ou sursilicatées), telles que les granites, les syénites et porphyres quarzifères ; 2° les *Roches plutoniques basiques*, telles que les serpentines et les trapps ; 3° les *Roches volcaniques anciennes* (les trachytes et les basaltes); 4° les *Roches volcaniques modernes* (les laves proprement dites et leurs accessoires).

1er Groupe. *Roches plutoniques acides*. Les roches plutoniques acides ou sursaturées de silice, sont généralement composées des espèces feldspathiques les plus riches en silice (orthose, albite ou oligoclase), associées à du mica, du talc ou de l'amphibole hornblende, et souvent à des cristaux ou grains de quarz libre : elles ont presque toujours la structure granitoïde ou porphyrique. Ce groupe comprend le granite, la protogine, la pegmatite, le greisen, la syénite, le diorite, et les porphyres rouges et dioritiques.

Le *granite* est une roche cristalline à structure grenue, composée de grains de feldspath orthose, de quarz hyalin et de mica. Elle devient la *pegmatite*, quand le mica disparaît, le *greisen* ou *hyalomicte*, quand le feldspath vient à manquer, la *protogine*, quand le mica est remplacé par une matière qui ressemble à du talc ou de la stéatite. Si le mica est remplacé par de l'amphibole hornblende, et que le quarz disparaisse presque entièrement, on a la *syénite*. Le diorite est une roche analogue par sa composition à la syénite, mais elle est plus riche en hornblende noire ou verte, et son élément feldspathique est presque compacte, en sorte qu'elle offre souvent comme une pâte blanche avec des parties vertes ou noires disséminées.

Le granite est très-répandu à la surface du globe; dans les

chaînes de montagnes, il sert presque constamment de support ou d'appui aux terrains schisteux métamorphiques, et se lie intimement aux gneiss, qui forment le fond de ces derniers terrains. Il perce en une multitude d'endroits le sol de sédiment, le pénètre sous forme d'amas ou de filons, se fait jour au milieu de lui en formant des espèces d'ilots ou de noyaux massifs, et s'élevant en dômes à de grandes hauteurs. Il passe souvent insensiblement au porphyre quarzifère. Les éruptions de granite, très-fréquentes aux premières époques de la formation du globe, ont été en diminuant jusqu'à la fin de la période secondaire.

Le *porphyre rouge quarzifère* est une roche composée d'une pâte feldspathique rouge, contenant des cristaux de feldspath et des grains vitreux de quarz. Elle se lie intimement d'une part avec les granites, et d'une autre part avec les grès rouges des terrains de sédiment inférieurs. Quelquefois, elle passe à de véritables roches vitreuses (les rétinites), et est accompagnée souvent de conglomérats, amas de débris poussés de bas en haut par la sortie des porphyres. Les éruptions porphyriques ont eu lieu depuis l'époque intermédiaire jusqu'à celle des terrains crétacés.

2e Groupe. *Roches plutoniques basiques*. Les euphotides, les serpentines, les trapps et les mélaphyres (ou porphyres noirs), appartiennent à cette division. Les euphotides sont des roches analogues aux diorites, mais dans lesquelles l'amphibole est remplacé par de la diallage métalloïde et l'albite par du labrador compacte. Les serpentines, les trapps sont des roches à texture compacte ou terreuse, dont il a été déjà question précédemment. Toutes ces roches, composées de silicates basiques, sont généralement dépourvues de quarz libre. Les serpentines se sont produites dès l'époque de transition, et leurs épanchements ont continué jusqu'à celle du terrain tertiaire supérieur. Les trapps ont commencé à paraître vers l'époque du terrain permien, et se sont montrés jusqu'à l'époque tertiaire inférieure. Les mélaphyres se présentent en grandes bandes à la surface du sol, le long du pied des grandes chaînes de montagnes, au soulèvement desquelles ils semblent se rattacher. La plus grande émission de ces roches a eu lieu vers la fin de la période secondaire.

3e Groupe. *Roches volcaniques anciennes*. Les trachytes ne sont, pour ainsi dire, que les porphyres de l'époque tertiaire. Ils ont été soulevés, tantôt à travers des fentes allongées et dans un état de fluidité assez avancé, et alors ils se présentent en grandes

nappes à la surface du sol (Mont-Dore et Cantal); tantôt ils ont surgi à l'état de masses pâteuses et par des ouvertures plus circonscrites, et ils ont formé alors des montagnes arrondies ou des dômes (chaîne des monts Dômes d'Auvergne). Beaucoup de conglomérats, des scories ou pierres ponces et des roches vitreuses ou obsidiennes, les accompagnent. Les trachytes, comme les basaltes, ont été soulevés depuis le commencement de l'époque tertiaire jusqu'à nos jours. Ces deux sortes de roches ont paru alternativement et à diverses époques; en Auvergne, où elles sont en relation les unes avec les autres, ce sont les trachytes qui ont paru les premiers, car leurs nappes sont recouvertes par celles des basaltes.

Les basaltes se présentent ordinairement sous la forme de plateaux ou de terrasses à escarpements en colonnades, de larges nappes, souvent morcelées et inclinées, composées de prismes de basalte, et enfin sous la forme de dykes ou d'énormes filons, sortant du sol comme des murailles, par suite de la destruction des couches qui les encaissaient primitivement. Ils paraissent être sortis en général par des fentes ou de larges crevasses, à la manière des trachytes : mais, comme ceux-ci, ils se sont fait jour quelquefois par des ouvertures étroites; et, comme ils étaient sans doute plus fluides, ils présentent dans ce cas les caractères de véritables coulées, à la manière des laves de nos volcans. Lorsqu'il est étendu en nappes, ses assises alternent, comme celles des trachytes et des trapps, avec des conglomérats et des scories. Les basaltes sont communs dans le Vivarais et le Cantal en France; dans l'Eifel, sur les bords du Rhin; en Irlande, et dans les îles Hébrides; etc.

4e Groupe. *Roches volcaniques modernes*. Ces roches comprennent les laves des volcans à cratère, soit éteints, soit en activité. Les produits des volcans sont tels, qu'on peut, dans le plus grand nombre des cas, les considérer comme du basalte ou du trachyte fondu. Ce sont des roches lithoïdes, quelquefois vitreuses, souvent poreuses et scoriacées, qui sont sorties de bouches ignivomes, en forme d'entonnoirs renversés, et situées à l'extrémité de cônes tronqués, que composent en partie des déjections accumulées. Ces cônes ont leur bord supérieur échancré d'un côté, et leurs flancs recouverts de bandes étroites de scories, sorte d'écumes abandonnées par les courants de laves qui, vomis par le cratère, ont coulé sur le cône, en suivant les lignes de plus grande pente. Les laves sont souvent tapissées d'efflorescences

salines ou de sublimés métallifères, et associées à des tufs volcaniques. On distingue des laves de deux périodes très-différentes : celles qui se rattachent à des cratères éteints non-seulement depuis les temps historiques, mais très-probablement depuis l'époque diluvienne (volcans de l'Auvergne et de l'Eifel), et celles qui, étant sorties de volcans encore en activité, doivent être considérées comme appartenant à la période actuelle.

§ 6. *Des divers modes de formation des espèces minérales. — Production artificielle de cristaux et de minéraux.*

Pour parvenir à reconnaître les phénomènes chimiques et physiques qui ont présidé à la formation des substances minérales, et à leur cristallisation, on a cherché à imiter artificiellement la nature. Nous allons exposer les principaux résultats des expériences et des observations qui ont été faites sur ce double sujet, dans les usines et les laboratoires, parce qu'elles sont propres à jeter du jour sur l'origine de la plupart des minéraux dont nous aurons bientôt à faire l'histoire.

Les minéraux cristallisent, soit au moment même où se forment leurs molécules, soit après leur formation, et lorsque ces minéraux viennent seulement à changer d'état physique. Ce dernier cas, qui a été longtemps le seul qu'on eût observé, ne se rencontre que dans les corps fusibles ou solubles. Lorsqu'il ne s'agit que de faire cristalliser un corps, qui est déjà tout formé, on le fait passer lentement de l'état liquide ou gazeux à l'état solide, après l'avoir mis dans le premier état à l'aide de la chaleur, ou par l'intermédiaire d'un dissolvant. Quand on s'est servi de la chaleur pour produire la volatilisation, la fusion simple, ou bien la dissolution d'un corps dans un fondant, on dit que la cristallisation a eu lieu par la *voie sèche ;* elle a eu lieu au contraire par la *voie humide,* lorsqu'on a eu recours à la simple action d'un dissolvant liquide, en opérant à une température peu élevée.

1° *Volatilisation et refroidissement.* Un grand nombre de substances fusibles et volatiles peuvent cristalliser, lorsqu'on les soumet en vases clos à la température de leur ébullition ; les vapeurs qui se dégagent vont se déposer dans les parties supérieures du vase, qui sont froides, et elles cristallisent. Le soufre, les sulfures d'arsenic, le sulfure de mercure, nous offrent des exemples de ce cas. On donne ordinairement le nom de *Sublimés* à ces sortes de produits cristallins.

2° *Fusion et refroidissement.* Les corps fusibles, portés à la température de leur fusion, et abandonnés ensuite à un refroidissement lent, cristallisent dans l'intérieur de leur masse. Les parties de la substance fondue, qui sont en contact avec l'air ou avec les parois du creuset, se refroidissent les premières, tandis que les parties extérieures restent fluides beaucoup plus longtemps. Si l'on vient alors à briser la croûte supérieure, et qu'on décante les parties encore fluides, on trouve les parois du creuset tapissées de cristaux, qui forment comme une sorte de géode. Le soufre, le bismuth, l'antimoine, et un grand nombre de métaux ou d'alliages, cristallisent de cette manière.

3° *Dissolution et refroidissement.* Beaucoup de substances solubles se dissolvent plus facilement à chaud qu'à froid. On profite de cette circonstance pour dissoudre le corps dans le liquide chaud ou même bouillant (eau ou alcool) jusqu'à saturation, puis on laisse le liquide revenir lentement à la température ordinaire. A mesure qu'il se refroidit, son pouvoir dissolvant diminue, et il dépose sous forme de cristaux la portion de sel qui est en excès. Ex. : alun, salpêtre, sulfate de cuivre, etc.

4° *Dissolution et évaporation.* Ce procédé, pendant longtemps, a été restreint à la voie humide. Il consistait à dissoudre un corps dans un liquide, et à faire évaporer lentement le dissolvant, soit en l'abandonnant à lui-même (évaporation spontanée), soit en déterminant son évaporation à l'aide d'une chaleur modérée. Ex. : le sel marin dissous dans l'eau ; le soufre dissous dans le sulfure de carbone ou dans la benzine.

Ebelmen a eu l'heureuse idée d'étendre ce procédé à la voie sèche. Les fondants, que nous employons dans nos essais pyrognostiques, tels que l'acide borique et le borax, l'acide phosphorique et les phosphates alcalins, sont, à une haute température, de véritables dissolvants pour les oxydes métalliques, et ces dissolvants, comme ceux des basses températures, ont la propriété de se volatiliser à une température encore plus élevée. Il est donc possible d'opérer par la voie sèche, comme on opère par la voie humide. Après avoir dissous de l'alumine dans de l'acide borique, Ebelmen est parvenu à la faire cristalliser, en faisant évaporer lentement l'acide à la température des fours à porcelaine ; et il a obtenu ainsi du corindon cristallisé (1).

(1) On verra plus loin que M. Gaudin était déjà parvenu, avant les expériences d'Ebelmen, à faire cristalliser l'alumine, et à fabriquer du corindon rubis, en fondant de l'alun ammoniacal au feu du chalumeau à gaz détonnant.

Les corps, pour cristalliser, n'ont pas toujours besoin d'être fondus ou dissous. On voit quelquefois des corps solides qui subissent des modifications lentes dans leur structure intérieure, et qui finissent par acquérir une texture cristalline. Des mouvements vibratoires, des frottements ou des percussions souvent répétés, des flux continuels de chaleur, peuvent amener des changements dans la disposition des molécules au sein de la masse, sans dissolution préalable, et par conséquent sans changement dans la forme extérieure et dans l'état de consistance du corps (ex. : le fer forgé). Ce cas a eu lieu souvent dans la nature, et rentre dans la catégorie des phénomènes qu'on désigne sous le nom de *métamorphiques*. Quelquefois même il arrive que, par suite de changements dans la pression et la température, sous l'empire desquelles un cristal s'est formé, ce cristal peut changer intérieurement de structure cristalline, en sorte que celle qu'il acquiert par là, n'est plus en rapport avec la forme qu'il conserve. C'est ainsi que le soufre cristallisé par fusion sous la forme d'aiguilles prismatiques à base oblique, passe en se refroidissant à une autre structure, savoir celle qui appartient à la modification du soufre octaédrique ordinaire.

On doit à Leblanc, à Gay-Lussac et surtout à Beudant (1), un grand nombre d'observations précieuses sur les cristallisations artificielles qui s'opèrent dans les laboratoires par les moyens décrits précédemment. On a remarqué que, quand la cristallisation d'un corps a lieu dans des circonstances tout-à-fait identiques, les formes de tous les individus cristallins que l'on obtient, sont parfaitement semblables entre elles. Il n'en est plus ainsi, lorsqu'il y a un changement notable dans la nature du milieu où la cristallisation s'opère, et dans les circonstances physiques qui président à l'accomplissement du phénomène. On obtient alors des formes secondaires différentes, chacune de ces formes correspondant à un état particulier du milieu. Par des expériences multipliées, faites sur la cristallisation des sels dans les laboratoires, on a reconnu quelques-unes des circonstances et des conditions qui influent ainsi sur leur forme extérieure, et par là on a été conduit à se faire une idée des causes qui, dans la nature, produisent les variations de forme que l'on observe parmi les cristaux de même espèce.

(1) Sur les causes qui peuvent faire varier les formes cristallines d'une même substance, par Beudant (*Annales de Chimie et de Physique*, T. VIII, p. 5).

Ces causes sont assez nombreuses : ce sont d'abord les différents états de concentration de la dissolution, son degré de température, comme aussi la température de l'air extérieur et la pression atmosphérique ; mais c'est par-dessus tout, la nature du dissolvant et celle des matières étrangères contenues dans l'eau-mère, et dont les unes ont pu être entraînées et retenues dans la cristallisation du sel, tandis que les autres n'ont agi que par leur présence, et sont restées en dehors du cristal qui était en voie de formation. Parmi les substances que contiennent les eaux-mères, et qui peuvent s'incorporer au cristal qui se forme, on doit distinguer avec Beudant les *mélanges mécaniques* de particules pulvérulentes, en suspension dans le liquide, et les *mélanges chimiques* de molécules dissoutes dans ce même liquide. Les matières du premier genre peuvent se retrouver dans le cristal en parties plus ou moins grossières ou plus ou moins fines, simplement interposées par couches entre celles du réseau cristallin, ou bien retenues comme par une sorte d'affinité capillaire, dans les interstices des molécules. Celles du second genre sont des substances isomorphes, ou tout au moins plésiomorphes, avec la substance principale qui cristallise, qui peuvent entrer, à l'état moléculaire, dans la composition des couches et des files de molécules du cristal même, et qui concourent à former ainsi une cristallisation mixte.

L'influence des mélanges mécaniques consiste à diminuer la transparence du cristal, à lui donner souvent une couleur accidentelle, et à rendre généralement sa forme plus simple, et quelquefois plus nette et plus régulière qu'elle ne le serait, si le cristal était parfaitement pur. C'est ce que Beudant a constaté sur l'alun et le sulfate de fer, en les faisant cristalliser au milieu d'un précipité pulvérulent de sulfate de plomb. Dans la nature, on a remarqué depuis longtemps que les cristaux de quarz hyalin, mélangés mécaniquement d'oxyde de fer ocreux, jaune ou rouge; que ceux d'axinite mêlés de paillettes de chlorite, et surtout ceux de calcaire, pénétrés de grains de sable quarzeux, ont une forme des plus simples et des plus régulières.

L'influence des matières qui cristallisent ensemble, qui se mélangent dans une cristallisation commune, n'est pas moins manifeste que celle des particules simplement interposées; elle est même beaucoup plus sensible. En général, les mélanges chimiques et cristallins agissent moins pour troubler la transparence du corps, mais ils contribuent aussi à modifier sa couleur,

et, comme on l'a vu (1er vol., page 69), ils produisent quelque modification dans la valeur des angles du cristal. Enfin, la nature et les proportions des substances mélangées déterminent ordinairement des changements dans la configuration extérieure, de telle sorte que les mêmes formes correspondent souvent à des conditions de mélange tout-à-fait semblables. On doit à Leblanc, à Beudant et à Mitscherlich, un très-grand nombre d'observations sur les mélanges cristallisés des sulfates hydratés de cuivre, de fer et de zinc. Nous avons déjà eu l'occasion de parler de ces mélanges, 1er vol., page 518.

La nature particulière du liquide, au milieu duquel le cristal s'est formé, produit souvent une modification de forme dans ce cristal, bien que celui-ci ne lui ait emprunté aucun élément étranger. Des sels, dissous dans le liquide, et qui ont refusé de s'incorporer au cristal, ont pu agir par leur présence seule. Le sel commun, qui cristallise en cubes dans l'eau pure, cristallise dans l'urine en octaèdres réguliers, et dans une solution d'acide borique en cubo-octaèdres. De telles causes modifiantes doivent avoir agi fréquemment dans la nature, où presque toujours les substances minérales ont cristallisé en présence de corps d'espèces différentes. Aussi, remarque-t-on qu'un même minéral offre constamment la même forme partout où il se trouve associé aux mêmes substances; la forme secondaire, sous laquelle on observe une substance, suffit en pareil cas pour en faire reconnaître le gisement. Tous les échantillons d'un même minéral, qui proviennent d'un gisement bien déterminé, ont tous la même forme; et ceux qui proviennent de gisements divers, ont en général des configurations différentes. Le calcaire spathique est cristallisé en prismes hexagonaux dans les filons de plomb du Harz; il l'est en scalénoèdres dans ceux du Derbyshire : c'est que le minerai de plomb, dans ces deux pays, est accompagné de gangues qui diffèrent notablement, et la diversité des milieux a occasionné une variation dans les formes cristallines du calcaire. Là, au contraire, où les circonstances géologiques se retrouvent les mêmes, les mêmes formes reparaissent dans les cristaux du même minéral. Le calcaire spathique quarzifère, qu'on observe en rhomboèdres aigus, de la variété dite *inverse*, dans les sables de Fontainebleau, se retrouve avec la même forme et dans des circonstances toutes semblables, au milieu des sables tertiaires des landes de Gascogne.

Dans les laboratoires, on a remarqué que la nature des pa-

rois des vases qui contiennent les dissolutions salines, a une influence marquée sur le phénomène de la cristallisation : une solution cristallise plus promptement dans un vase de terre poreuse, que dans un vase de verre. Le plus ou moins de poli des surfaces, leur porosité ou perméabilité plus ou moins grande, paraissent être les causes auxquelles on peut attribuer ces différences. Ces deux causes se reproduisent aussi dans la nature : on remarque que, dans les filons, les cristaux ne s'attachent pas sur les parties lisses des épontes, et lorsque ces gîtes de minéraux viennent à traverser des couches dont la composition est différente, on observe très-souvent que les substances qui composent les diverses parties d'un même filon, varient selon la nature des couches auxquelles elles correspondent. A Kongsberg en Norwège, le filon argentifère est beaucoup plus riche dans les parties qui se trouvent encaissées par certaines couches pyriteuses. La même circonstance se reproduit en Angleterre, pour les filons de galène et de blende d'Alston-Moor, en Westmoreland.

La position particulière des cristaux déjà formés, et que l'on vient à introduire dans une dissolution saline, influe sur le plus ou moins d'extension relative ou de développement de leurs faces. Leblanc est parvenu à faire grossir des cristaux à volonté dans un sens ou dans un autre, en changeant convenablement et à plusieurs reprises leur position au fond du vase. Les cristaux naturels, qui ne peuvent pas ainsi être retournés pendant toute la durée de leur accroissement, présentent souvent, dans certaines de leurs parties, des extensions démesurées qui les déforment, et leur donnent une apparence d'irrégularité ou de dissymétrie.

Nous avons dit que, toutes choses égales d'ailleurs, une même solution tendait toujours à produire une même forme secondaire dans le sel qui cristallise. Cette tendance est si prononcée, que, si on enlève un fragment du cristal qui est en voie de formation, la partie enlevée se reproduit facilement, et bientôt le cristal est redevenu complet. Si d'une dissolution d'alun, qui a donné des cristaux cubiques, on retire un de ces cristaux pour le porter dans une autre solution, capable de donner des cristaux octaédriques, on verra le premier cristal se modifier progressivement par des décroissements sur les angles, d'une manière conforme à la théorie de Haüy, et parvenir bientôt à la seconde forme, en passant par la forme intermédiaire, le cubo-octaèdre.

Dans ses nombreuses expériences sur la cristallisation des sels, Beudant a fait plusieurs remarques intéressantes que nous croyons devoir rapporter ici. Il a reconnu que pour obtenir des cristaux réguliers d'un sel en dissolution, il fallait que la solution fût dans un état convenable de concentration. Si celle-ci n'est pas assez concentrée, les arêtes et les faces des cristaux s'arrondissent; des cristaux qui ont été régulièrement formés par la solution, lorsqu'elle était à un degré suffisant de concentration, sont attaqués par le liquide à un certain moment, par suite des changements qui se sont opérés en lui. Si la dissolution est trop concentrée, les cristaux se multiplient et se groupent avec irrégularité. Quand elle est très-concentrée, et qu'en même temps les cristaux se forment au milieu de matières pulvérulentes, ceux-ci présentent ordinairement des faces creuses. Quand on fait cristalliser un sel au milieu d'un dépôt pâteux ou gélatineux, les cristaux qu'on obtient sont isolés ou groupés en boules distinctes.

Il n'a été question dans ce qui précède, que des cristallisations qui s'opèrent par un simple changement d'état physique d'une substance déjà toute formée. Cette substance par conséquent appartenait à la catégorie de celles qui sont ou solubles, ou fusibles. Nous allons nous occuper maintenant de la cristallisation, et en même temps de la formation des minéraux en général, surtout de ceux qui sont infusibles et insolubles : car, pour cette classe de composés, c'est presque toujours au moment même où leurs molécules se forment par des actions chimiques, qu'elles se disposent entre elles selon les lois d'une cristallisation régulière.

Depuis un certain nombre d'années, beaucoup de minéralogistes et de physiciens ont entrepris des recherches dans le but de reconnaître les phénomènes chimiques qui ont déterminé la formation des diverses espèces minérales; et le moyen qui leur a paru le plus efficace pour atteindre ce but, a été de chercher à reproduire artificiellement les minéraux. C'est la voie qui leur était indiquée par une ancienne expérience de Sir James Hall, sur la cristallisation du calcaire à l'aide de la chaleur et d'une forte pression, et par les expériences plus récentes de MM. Berthier et Mitscherlich sur la formation des silicates. En marchant dans cette voie, MM. Becquerel, Gaudin, G. Rose, Haidinger, Ebelmen, Daubrée et de Sénarmont ont successivement accru les découvertes en ce genre, et aujourd'hui il est

bien peu de minéraux qu'on ne sache imiter artificiellement. On a même reconnu qu'une même substance minérale pouvait souvent être formée de plusieurs manières différentes.

Ces faits de reproduction minérale sont d'une grande importance pour les géologues, qui devront dorénavant en tenir compte, lorsqu'ils se proposeront pour objet, en partant de l'étude du gisement d'un minéral, non pas seulement d'entrevoir, mais de reconnaître sûrement la voie par laquelle la nature l'a produit. Nous allons passer rapidement en revue les diverses méthodes suivies par les savants que nous venons de citer, depuis la mémorable expérience de Hall, qui a servi comme de point de départ à toutes les recherches de ce genre. On verra par ces détails que, d'après leurs différents modes de formation, les minéraux peuvent rentrer dans l'une des trois catégories suivantes : minéraux pyrogènes, ou formés par la voie sèche, c'est-à-dire à une haute température et sans l'intermédiaire de l'eau; minéraux formés par la voie humide, avec le secours de l'eau et à une température peu élevée; minéraux formés par la chaleur et l'eau tout à la fois, c'est-à-dire à l'aide d'une eau suréchauffée, et sous l'influence d'une pression plus ou moins considérable.

Il existe un grand nombre de minéraux que l'on peut reproduire par la voie sèche, et qui cristallisent en passant de l'état liquide ou de fusion, ou bien de l'état de vapeur ou de sublimation, à l'état solide. Ceux que l'on a connus les premiers ont été rencontrés parmi les produits cristallins des hauts-fourneaux. Hausmann et Mitscherlich ont publié de 1820 à 1854 plusieurs mémoires sur ces minéraux artificiels, parmi lesquels se trouvent des métaux natifs, des sulfures, des oxydes, des silicates et des sels métalliques. Tous les produits de la voie sèche, ceux des usines comme ceux des simples laboratoires, ont été décrits avec soin dans un ouvrage récent, publié par le D[r] Ad. Gurlt (1). Le péridot, le pyroxène, l'amphibole, le feldspath, le mica, l'idocrase, etc., en font partie; et l'on sait que ces substances se retrouvent parmi les produits actuels des volcans et des solfatares.

Au nombre des produits de sublimation, soit naturels, soit artificiels, sont des cristaux non volatils par eux-mêmes, mais qui résultent d'une volatilisation médiate de leur propre sub-

(1) *Uebersicht der pyrogenneten künstlichen Mineralien*, par le docteur Adolphe Gurlt, 1857.

stance, celle-ci ayant été entraînée à l'état moléculaire par un véhicule gazeux, comme dans les lagonis de Toscane on voit l'acide borique être amené de l'intérieur du globe par un courant de vapeur; quelquefois, ils proviennent de la sublimation simultanée de leurs parties constituantes, et de la combinaison de ces parties les unes avec les autres, au moment où elles se déposent. L'expérience de Hall prouve aussi que des minéraux décomposables par la chaleur, comme le carbonate de chaux, peuvent néanmoins se former et cristalliser à une haute température, sous l'influence d'une forte pression.

MM. Berthier et Mitscherlich ont fait en 1823 un grand nombre d'expériences intéressantes sur la formation et la cristallisation par voie de fusion ignée des silicates. En mettant dans un creuset les proportions de silice et de base nécessaires pour former un silicate fusible, tel que le pyroxène ou le péridot, ils ont vu ces substances se produire et cristalliser par le refroidissement, en présentant tous les caractères des minéraux naturels correspondants.

Parmi les minéraux produits par la fusion, on doit distinguer surtout les beaux résultats obtenus en 1837 par M. Gaudin (1), à l'aide du chalumeau à gaz détonnant. Il est parvenu par ce moyen à fondre l'alumine et le quarz, et il est le premier qui ait obtenu du corindon cristallisé, et qui ait fabriqué du rubis oriental, en ajoutant un peu de chromate jaune de potasse à la matière première. Son procédé consistait alors à fondre l'alun ammoniacal, à la flamme du gaz oxy-hydrogène. Sous l'action de cette flamme puissante, tout se volatilisait, à l'exception de l'alumine; celle-ci fondait, et cristallisait par le refroidissement. Les petits cristaux obtenus ainsi, avaient la forme et le clivage rhomboédrique du corindon; et analysés par M. Malaguti, ils ont offert une composition parfaitement semblable à celle du rubis. Depuis lors, M. Gaudin est parvenu au même résultat, en fondant de l'acide potassique dans un creuset en noir de fumée, au feu des fours à porcelaine, et plus tard encore (en 1857), il a obtenu des cristaux isolés et limpides de saphir blanc, en fondant dans un creuset ordinaire, brasqué avec du noir de fumée, un mélange à parties égales d'alun et de sulfate potassique, préalablement calcinés et réduits en poudre, et en soumettant le creuset, pendant un quart-d'heure seulement, à un violent feu,

(1) Formation artificielle des minéraux, par M. Gaudin; *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, T. V, p. 803; 1837.

de forge. D'après sa manière de voir, ce serait le sulfure de potassium qui, dans ce cas, servirait de dissolvant à l'alumine, et ce nouveau procédé ne serait alors qu'une imitation de celui qu'Ebelmen avait imaginé en 1848, et qui consiste à fondre l'alumine par l'intermédiaire d'un corps fusible et volatil.

Ebelmen a eu l'heureuse idée d'étendre à la voie sèche, c'est-à-dire aux hautes températures, le procédé si connu et si fréquemment employé pour les températures ordinaires, par lequel on dissout un corps solide dans un liquide, et l'on fait ensuite évaporer lentement le dissolvant. C'est ainsi que cristallisent la plupart des sels qu'on a dissous dans l'eau. Ebelmen a pensé que certains corps, qui sont, à une haute température, des dissolvants énergiques des oxydes métalliques (comme l'acide borique, le borax, l'acide phosphorique et le phosphate double de soude et d'ammoniaque), et qui se volatilisent à une température encore plus élevée, pourraient jouer à ces températures un rôle analogue à celui de l'eau, et servir de véhicule à la cristallisation. Les présomptions de ce savant chimiste se sont réalisées. En fondant avec de l'acide borique ou du borax, à la chaleur des fours à porcelaine de Sèvres, de l'alumine mêlée d'un peu de chromate potassique, ou bien un mélange d'alumine et de magnésie, dans les proportions qui constituent l'aluminate magnésien, il a obtenu des cristaux fort nets de corindon et de spinelle. En opérant toujours dans les mêmes conditions, mais en faisant varier la nature des substances mélangées, il a fait cristalliser de cette manière, à des températures de beaucoup inférieures à celle de leur fusion, un bon nombre de substances insolubles et infusibles, parmi lesquelles nous citerons le fer chromé, la franklinite, la cymophane et l'émeraude (1).

Le même savant a pu reproduire d'autres minéraux, par un phénomène de simple décomposition, et toujours par la voie sèche. En ajoutant de la chaux à du borate de magnésie fondu, il a obtenu la précipitation de la magnésie sous la forme de petits octaèdres réguliers, rappelant parfaitement le minéral du Vésuve, qu'on nomme *périclase*.

En se fondant sur la théorie proposée par les chimistes pour expliquer la formation du fer spéculaire dans les volcans,

(1) Sur une nouvelle méthode pour obtenir des combinaisons cristallisées par la voie sèche, et sur ses applications à la reproduction des espèces minérales, par Ebelmen (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, T. XXII, p. 211; 1848).

M. Daubrée (1) est parvenu à reproduire aussi plusieurs minéraux insolubles et infusibles, tels que les oxydes d'étain et de titane, le quarz hyalin, la topaze et l'apatite. Son procédé consiste à faire réagir l'un sur l'autre, à une température peu élevée, deux courants de vapeurs, l'un de chlorure métallique et l'autre de vapeur d'eau. Une double décomposition s'opère dans les deux vapeurs, et il se dépose des cristaux d'oxyde du métal amené à l'état de chlorure. L'expérience est facile : elle consiste à faire passer dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, un double courant de chlorure métallique et de vapeur d'eau; la réaction s'opère entre les deux vapeurs; de l'acide chlorhydrique se dépose à l'extrémité du tube, et de petits cristaux d'oxyde se déposent à l'intérieur, mais dans la partie du tube qui est en dehors du fourneau, et à une température au-dessous de 300°.

M. Daubrée a obtenu aussi des silicates et des aluminates artificiels, en faisant réagir des chlorures métalliques en vapeur, à une température élevée, sur les bases qui entrent dans la composition des roches cristallines. Le chlorure de silicium, par exemple, réagissant sur ces bases à la chaleur rouge, se décompose en formant, par échange, de l'acide silicique et des chlorures. Tantôt l'acide silicique reste libre, tantôt il se combine avec la base en excès et forme des silicates simples ou multiples. Ces produits sont en cristaux petits, mais reconnaissables. C'est ainsi qu'il a obtenu des composés analogues au quarz, au péridot, à la wollastonite, au pyroxène, au feldspath et à la tourmaline. Avec le chlorure d'aluminium, il est parvenu aussi à former du corindon et du spinelle. Il a reproduit la périclase par la réaction du chlorure de magnésium sur la chaux (2).

M. Durocher (en 1849), par un procédé qui rappelle celui de M. Daubrée, est aussi parvenu à reproduire à l'état cristallin beaucoup de minéraux naturels insolubles, et notamment ceux que la nature nous offre ordinairement dans les filons métallifères. Comme M. Daubrée, il fait réagir des chlorures métalliques en vapeur et d'autres gaz, susceptibles de se décomposer mutuellement, dans de simples tubes de verre, chauffés à une

(1) Recherches sur la production artificielle de quelques espèces minérales cristallines, par M. Daubrée, T. XVI, 4e série des *Annales des Mines*, 1849.

(2) Recherches sur la production artificielle des minéraux de la famille des silicates ou des aluminates, par la réaction des vapeurs sur les bases, par M. Daubrée (*Comptes-rendus de l'Acad. des scienc.*, T. XXXIX, p. 135, 1854).

température comprise entre 100° et le rouge sombre. Le radical destiné à fixer les métaux était ordinairement le soufre, qu'il faisait intervenir à l'état d'hydrogène sulfuré. En substituant ainsi l'hydrogène sulfuré à la vapeur d'eau, il a pu reproduire la plupart des sulfures métalliques, tels que la pyrite, la blende, la galène, le cuivre gris et l'argent rouge (1).

D'autres savants sont parvenus à reproduire par la voie humide un grand nombre de minéraux insolubles. M. Becquerel, depuis trente ans, n'a cessé de montrer par l'expérience, que l'action lente et continue d'un courant voltaïque très-faible pouvait donner naissance à de nombreux composés cristallins, que les hautes températures sont impuissantes à reproduire. L'électro-chimie, qu'il a créée et développée par ses beaux travaux, n'employant que des corps à l'état naissant et des forces excessivement faibles, forme lentement les molécules des composés, et les dispose à prendre un arrangement régulier. Deux corps de propriétés opposées, qui agissent chimiquement l'un sur l'autre, s'électrisent toujours en sens contraire; et s'ils communiquent avec un troisième corps bon conducteur, il y a alors production d'un courant. Dans ce genre d'actions, trois corps, dont un au moins à l'état liquide, sont nécessaires : lorsque deux corps ne réagissent que faiblement l'un sur l'autre, la présence du troisième donne écoulement à l'électricité produite, et il en résulte une sorte d'appareil voltaïque, qui accroît l'action des deux premiers corps. M. Becquerel a obtenu les effets les plus remarquables et les plus variés, par des actions lentes, chimiques et électro-chimiques, combinées ensemble, et avec la double influence de la chaleur et de la pression.

Citons quelques exemples de la manière dont se fait cette combinaison de l'action chimique avec l'action voltaïque. On sait que l'acide chlorhydrique n'agit que très-faiblement sur l'argent métallique. Que l'on verse dans un tube de verre fermé par un bout, de l'acide chlorhydrique et qu'on y plonge une lame d'argent; si l'on met en contact avec la lame d'argent un morceau de charbon, préalablement calciné pour le rendre bon conducteur, ce charbon s'emparera des deux électricités développées par la faible action de l'acide sur l'argent : il en résultera un courant, tel que le pôle positif sera sur la lame métallique, et

(1) Production artificielle, par voie sèche, des principaux minéraux contenus dans les gîtes métallifères, par M. Durocher (*Comptes-rendus de l'Acad. des sciences*, T. XXXII, p. 823, 1851).

le pôle négatif sur le charbon. L'action du courant augmentera donc celle de l'acide sur le métal, et le chlore attiré par l'argent se combinera avec lui. Vu la lenteur avec laquelle a lieu la décomposition de l'acide, les molécules ont le temps de s'arranger pour cristalliser.

M. Becquerel a obtenu l'oxydule de cuivre cristallisé en octaèdres transparents de couleur rouge, en mettant dans la partie inférieure d'un tube de verre, du deutoxyde de cuivre, versant dessus une dissolution de nitrate de cuivre, et y plongeant une lame de cuivre qui allait jusqu'au fond du tube. Au bout de quinze jours, la partie de la lame qui dépassait le deutoxyde, était recouverte de petits cristaux. L'important, dans ces sortes d'expériences, est d'avoir des appareils qui puissent fonctionner d'une manière constante pendant un temps très-long. Les cristaux que M. Becquerel a obtenus par ses procédés, ont exigé quelquefois plusieurs mois, ou même plusieurs années, pour acquérir des dimensions appréciables. Le temps est donc un élément essentiel de ce genre d'opérations, et, par là même, il est probable que les procédés dont il s'agit se rapprochent de ceux que suit le plus ordinairement la nature.

Une des dispositions les plus avantageuses, est celle que nous allons décrire, et qui a permis à M. Becquerel d'obtenir, non-seulement des sulfures simples, mais encore des combinaisons doubles, analogues aux sulfo-sels, des doubles sulfures, des doubles chlorures, etc.

Dans un tube de verre recourbé en U, on introduit de l'argile humectée d'eau salée, de manière qu'elle occupe la partie courbe; dans les deux branches, on verse des dissolutions, de natures différentes, qui puissent réagir lentement l'une sur l'autre sans se mêler: et c'est pour cela qu'on les sépare par une sorte de diaphragme en argile qui leur soit perméable. On plonge ensuite des lames de platine dans les deux dissolutions, en faisant communiquer les lames ensemble par un fil conducteur; on ferme ainsi le circuit, et l'on a un courant d'une faible tension. Pour décomposer l'eau ou l'une des dissolutions, il faut remplacer l'une des lames de platine par un métal qui soit attaquable.

Pour obtenir le sulfure d'argent, on met dans l'une des branches une solution de proto-sulfure de potassium, et dans l'autre une solution de nitrate de cuivre; puis on plonge une lame d'argent dans la première, et une lame de cuivre dans la seconde. On réunit quelquefois plusieurs tubes semblables pour

en former une pile. Mais on peut obtenir les mêmes effets avec un seul élément : seulement il faut plus de temps. Ces effets sont faciles à reconnaître : il y a action des deux liquides l'un sur l'autre, et action du sulfure de potassium sur l'argent. Ces deux actions chimiques donnent naissance à deux courants, dirigés dans un sens tel, que le cuivre est le pôle négatif. Le nitrate est décomposé, ainsi que le sulfure de potassium ; il se forme du nitrate de potasse, le cuivre provenant du sel décomposé se précipite sur la lame de cuivre, et le soufre se porte sur la lame d'argent, où il forme des cristaux octaèdres de sulfure.

Pour obtenir une combinaison double, du genre de celles dont nous avons parlé, on peut prendre un tube en U, rempli dans sa partie inférieure d'argile humectée d'eau salée ; dans une des branches, on mettra une solution de nitrate de cuivre, dans l'autre une solution de chlorure de sodium ; et l'on plongera dans chacune d'elles le bout d'une lame de cuivre. Il se formera du proto-chlorure de cuivre qui se combinera avec le chlorure de sodium, et cette combinaison cristallisera en tétraèdres sur la lame positive.

Par des actions chimiques très-lentes, comme celles dont il vient d'être question, avec ou sans le concours des forces électriques, M. Becquerel est parvenu à reproduire un grand nombre de substances minérales, en mettant en contact avec diverses dissolutions, pendant des mois ou même des années, des minéraux insolubles. Il a obtenu ainsi des sulfures, des chlorures, des oxydes, des carbonates, des sulfates, phosphates et arséniates (1).

M. Haidinger, se fondant sur la rencontre habituelle du gypse et de la dolomie dans la nature, et cherchant à expliquer, comme le célèbre de Buch, la formation du double sel par une action métamorphique, mais sans recourir à des phénomènes extraordinaires, avait pensé que la magnésie pouvait avoir été apportée au milieu du calcaire par des eaux minérales, sous forme de sulfate de magnésie, et qu'alors de la décomposition mutuelle des deux sels simples (carbonate de chaux, et sulfate de magnésie), opérée sous l'influence d'une certaine chaleur et d'une

(1) Mémoire sur les sulfures, chlorures, iodures métalliques, par M. Becquerel (*Annales de chim. et phys.*, T. XLII, p. 229, 1829). — Mémoire sur la reproduction des substances minérales, par le même (*Mém. de l'Acad. des sc.*, T. XXIII, 1852). Voyez aussi les *Comptes-rendus de l'Acad.*, T. XLIV, 11 mai 1857.

forte pression, il était résulté du gypse et de la d[illegible] carbonate double de magnésie et de chaux (1). L'[illegible] a confirmé sa prévision. De Morlot a constaté [illegible] une [illegible] de laboratoire, qu'un mélange de sulfate de m[illegible] et carbonate de chaux pulvérisé, dans la proportion d[illegible] atome du premier sel et de deux atomes du second, se décompose à température de 200°, et à la pression de 15 atmosphères, [illegible] dolomie et en gypse, de manière qu'il ne reste plus rien du sulfate de magnésie employé (2).

En prenant pour point de départ cette belle expéri[illegible] M. Haidinger, et l'idée assez généralement répandue [illegible]jourd'hui parmi les géologues, que les dépôts métallifères des [illegible] doivent être attribués à des sources thermo-minérales, [illegible] de Sénarmont s'est proposé de reproduire artificiellement to[illegible] les substances des filons, soit pierreuses, soit métalliqu[illegible] par voie humide, mais sous l'influence de la chaleur et d'une pression. Pour se rapprocher le plus possible des conditio[illegible] ordinaires des sources minérales actuelles, il a pris pour [illegible] dissolvants leurs principes les plus actifs, tels que l'acide carb[illegible] l'acide sulfhydrique, ou des bicarbonates et sulfhydrates al[illegible] lins, isolés ou mélangés en proportions variables; et sans d[illegible] il a ainsi réalisé les circonstances dans lesquelles se sont [illegible] duits les dépôts des filons, car il est parvenu à reproduire p[illegible] que toutes les substances qu'on y rencontre : des métaux n[illegible] des oxydes (quarz, peroxyde de fer, oxydule de cuivre); des [illegible] fures simples, tels que la blende, la pyrite, le cuivre pyriteux et le cuivre sulfuré; des sulfo-arséniures et sulfo-antimoniures, tels que les argents rouges; le sulfate de baryte, et les carbonates neutres de chaux, de magnésie, de zinc, de fer et de manganèse. Dans ces expériences, les substances dissoutes étaient mises en présence dans des tubes de verre, scellés à la lampe, et ren-

(1) *Jahrbuch für Mineralogie*; 1847, p. 862, et *Annalen von Poggendorff*, T. LXXIV, p. 591, 1848.

(2) Des expériences semblables ont été faites par M. Marignac, qui a obtenu aussi de la dolomie, dans les mêmes conditions de pression et de température, par double décomposition du carbonate de chaux et du chlorure de magnésium.

Depuis, M. Manross est parvenu aussi à produire des minéraux insolubles, qu'on n'avait point encore obtenus avant lui, par la voie des doubles décompositions; mais son procédé rentre dans ceux de la voie sèche. En faisant fondre différents sels avec des chlorures convenablement choisis, i la reproduit des sulfates insolubles, des chromates (le plomb rouge par exemple), des molybdates (le plomb jaune), la schéelite, etc.

fermés eux-mêmes dans un canon de fusil, hermétiquement clos et à demi rempli d'eau, de manière à équilibrer autant que possible les pressions intérieure et extérieure des tubes en verre. Ces tubes étaient soumis ensuite à des températures comprises entre 100 et 350°.

Par double décomposition du carbonate de soude et du sulfate de magnésie, ou de zinc ou de fer, il a obtenu les carbonates de ces diverses bases. Pour avoir du carbonate de chaux cristallisé, il a fait réagir le chlorure de calcium et le carbonate de soude. Il a produit les sulfures par des procédés analogues, en soumettant à une haute température un sulfure alcalin, et un sel soluble du métal qu'il voulait obtenir à l'état sulfuré. Dans le cours de ces expériences, M. de Sénarmont a constaté que l'acide carbonique était, sous une forte pression, un dissolvant énergique, non-seulement pour les carbonates neutres, mais encore pour la silice elle-même. Il a reconnu aussi que l'eau, à une haute température, ne s'oppose pas à la déshydratation. Ainsi, la silice gélatineuse, devenue presque indifférente aux affinités chimiques, se sépare de sa dissolution, en donnant du quarz cristallisé.

Il existe dans une certaine classe de filons, d'autres minéraux, tels que les oxydes d'étain et de titane, qui, d'après les observations et les expériences de M. Daubrée (voir ci-dessus page 120), paraîtraient dus aux doubles décompositions qui s'opèrent, non plus au sein d'une masse liquide, mais entre des agents gazeux, parmi lesquels l'eau joue le principal rôle. Selon M. de Sénarmont, il n'y aurait pas de ligne de démarcation bien tranchée entre ces deux genres de formation : car, il a obtenu aussi l'oxyde d'étain, le corindon et le diaspore par la voie humide proprement dite (1).

Les divers procédés que nous venons d'indiquer, ont sans doute participé plus ou moins à la formation des minéraux qui composent l'écorce de notre globe; et, en général, les espèces que chacun d'eux peut reproduire sont différentes. Cependant on doit remarquer que les sulfures et les oxydes sont indifféremment obtenus, pour la plupart, par la fusion, par les actions électro-chimiques, et par les doubles décompositions qui ont

(1) Expériences sur la formation artificielle de quelques minéraux par voie humide, par M. de Sénarmont (*Annales de chimie et de physique*, T. XXXII, p. 129; et aussi, *Comptes-rendus de l'Acad. des sc.*, T. XXVIII, p. 693, 1849; et *ibid.*, T. XXXII, p. 469 et 762. 1851).

lieu entre des vapeurs chaudes, ou par celles qui s'opèrent au sein d'une eau surchauffée, sous l'influence d'une haute pression. Cette formation multiple de certains minéraux très-communs, nous explique leur rencontre dans des gisements de nature tout opposée.

Il y a, comme nous l'avons dit, un grand intérêt à déterminer avec précision les circonstances nécessaires à la reproduction artificielle de tous les minéraux; c'est le seul moyen que nous ayons pour arriver à reconnaître sûrement les phénomènes qui ont présidé à la formation des diverses parties de notre globe. Mais il faut que ces essais de synthèse minéralogique aient pour point de départ, comme ceux de MM. Daubrée et de Sénarmont, des données fournies antérieurement par la géologie sur le mode probable de formation des gîtes, qui renferment les minéraux reproduits. C'est parce que les savants que nous venons de citer, ont cherché à remplir cette condition, dans les essais qu'ils ont tentés, que leurs expériences sont venues à l'appui de l'hypothèse, qui attribue l'origine des filons métallifères à des sources minérales, parfois gazeuses, mais le plus souvent liquides, et agissant sous la double influence de la chaleur et de la pression.

Il nous reste maintenant à faire connaître de curieuses expériences faites par M. Despretz, pour tenter de résoudre le problème si intéressant de la reproduction artificielle du diamant. Cette espèce si remarquable ne figure pas parmi les résultats, si nombreux d'ailleurs, qu'on a obtenus par les méthodes précédemment décrites. On avait essayé plusieurs fois en vain de faire cristalliser le carbone, et l'on ignorait encore si l'on devait considérer le diamant comme un produit de la voie sèche, ou comme un produit de la voie humide.

En 1849, M. Despretz avait fondu par le feu de la pile beaucoup de corps, jusque-là réputés infusibles, et par ce moyen il en avait obtenu plusieurs à l'état cristallin. Les nombreuses expériences faites par cet habile physicien sur la fusion et la volatilisation des corps les plus réfractaires, et en particulier du charbon (1), avaient montré que ce n'est ni par la fusion, ni par la volatilisation brusque du carbone, qu'on peut espérer d'obtenir ce corps à l'état cristallin. Il eut alors l'idée de recourir à une volatilisation lente du carbone pur, produite par un faible

(1) *Comptes-rendus de l'Acad. des sciences*, T. XXVIII, p. 755, et T. XXIX, p. 48, 545 et 709.

courant voltaïque dans l'arc lumineux de l'appareil d'induction de Ruhmkorff. On sait que cet appareil donne lieu à des effets lumineux et calorifiques des plus intenses.

M. Despretz a pris un ballon de verre à deux tubulures, disposé comme dans l'expérience de l'œuf électrique. A la tige inféı 'e du ballon, et au pôle positif, il a placé un cylindre de rbon très-pur, et il a fixé à la tige supérieure des fils fins de ne, à une distance de 5 à 6 centimètres du charbon; puis, le vi étant fait dans le ballon, il a fait passer un courant d'in ction fourni par l'appareil de Ruhmkorff. Une légère (he noire de charbon s'est déposée sur les fils de platine c beaucoup de lentéur, l'expérience ayant duré plus d'un sans interruption. En examinant cette couche au microscomposé, M. Despretz a vu qu'elle était composée de petites p mides quadrangulaires, serrées les unes contre les autres, x ntant la forme d'octaèdres à faces légèrement arrondies. Ces octaèdres étaient généralement de couleur noire, mais parmi eux on distinguait quelques cristaux blancs, translucides ou opalins, à reflet semblable à celui des diamants bruts ordinaires. Ce produit artificiel avait la dureté du diamant : par son moyen, M. Gaudin est parvenu à polir des rubis aussi bien et aussi vite qu'avec la poudre de diamant naturel. De nouvelles expériences, faites selon la méthode de M. Despretz, permettront sans doute un jour d'obtenir des produits de cette espèce, ou plus nets, ou d'un volume plus considérable.

HISTOIRE NATURELLE

DES ESPÈCES

DU RÈGNE INORGANIQUE.

1er SOUS-RÈGNE.

SUBSTANCES ATMOSPHÉRIQUES.

(*Atmosphœrilia.*)

Ier Ordre. SUBSTANCES SIMPLES.

1re Espèce. Oxygène, O.

Corps simple, gazeux, transparent et incolore, sans odeur ni eur; sant spécifiquement 1,1026; ayant un pouvoir réfrin- 0,924. Une de ses propriétés les plus remarquables, est ilité avec laquelle il active la combustion des corps. Il peut retenir la vie des plantes et des animaux.

Gisement.

Ce corps est très-répandu dans la nature, mais il ne s'y rencontre jamais à l'état d'isolement. Mélangé avec l'azote, il constitue l'air atmosphérique, où il se trouve dans la proportion de 21 p. 100 (en volume) relativement à l'autre gaz. On le trouve en dissolution dans toutes les eaux qui sont à la surface de la terre; il est en outre partie constituante de l'eau elle-même, et entre dans la composition de tous les corps organisés, et de plus des trois cinquièmes de toutes les espèces minérales. La croûte solide et superficielle du globe terrestre est presque entièrement formée d'oxydes, ou de substances oxygénées.

2e Espèce. Azote ou Nitrogène.

Corps simple, gazeux, incolore et inodore, insoluble dans l'eau, incombustible, et ne pouvant entretenir ni la combustion des

autres corps, ni la respiration des animaux; ayant une densité égale à 0,9713, celle de l'air étant égale à 1. L'azote existe dans un petit nombre de composés solides, appartenant aux groupes des Sels organiques, des Azotates et des Sulfates, et qu'on trouvera décrits aux articles qui concernent ces trois genres, dans la première et la troisième classe du règne minéral. Il existe en outre accidentellement dans certaines eaux à l'état d'acide azotique; mais c'est surtout sous forme gazeuse qu'il est le plus abondamment répandu dans la nature. Il s'y trouve rarement à l'état de liberté, le plus souvent mélangé à l'oxygène, et constituant alors l'air atmosphérique.

Le gaz azote, considéré comme pur, est fort rare : il se dégage des cratères ou fissures du sol, pendant les éruptions volcaniques, ou les phénomènes des tremblements de terre. On l'a reconnu aussi dans l'intérieur de certaines cavités, qui existent dans les cristaux de quarz des terrains granitiques.

3e Espèce. Hydrogène, H.

Corps simple, gazeux, incolore et inodore, très-inflammable, brûlant avec une flamme bleue, et donnant de l'eau pure par la combustion. Il pèse spécifiquement 0,0688; il est donc quatorze fois plus léger que l'air atmosphérique. Son pouvoir réfringent, comparé de même à celui de l'air, est de 0,470.

Gisement.

Le gaz hydrogène pur est assez rare dans la nature. Il s'exhale de l'intérieur de la terre par les crevasses qui se forment pendant les tremblements de terre, et se trouve toujours mêlé aux vapeurs, qui se dégagent dans les salses ou les volcans.

Les usages de l'hydrogène, à l'état de pureté, sont peu nombreux. Il est employé dans la construction des aérostats et des lampes électriques. On s'en sert dans plusieurs opérations de chimie, notamment dans l'analyse des gaz qui contiennent de l'oxygène.

IIe Ordre. SUBSTANCES COMPOSÉES.

1re Espèce. Air atmosphérique.

Substance gazeuse, composée d'azote et d'oxygène à l'état de simple mélange, dans la proportion de 0,79 d'azote et 0,21

d'oxygène en volume, et contenant en outre de la vapeur d'eau et un peu d'acide carbonique, mais dans des proportions qui varient selon les circonstances. La quantité d'acide carbonique est ...éralement au-dessous d'un millième, excepté dans les ...x bas et resserrés, où elle est quelquefois plus considérable : ...ntité de vapeur varie entre des limites plus étendues, suivant la température, la latitude et la hauteur des lieux au-dessus de la surface de la mer : dans les zônes tempérées, elle est ...ent de 0,055 à 0,017 en été, tandis qu'en hiver elle n'est fréquemment que de 0,005 à 0,007, et que, dans la zône torride, elle forme plus des 0,030 de l'air. Elle diminue à mesure que l'on s'élève, et Gay-Lussac en a trouvé à peine 0,001 dans l'air qu'il a recueilli à 7,000 mètres au-dessus de Paris.

Si l'on fait abstraction de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique, il ne reste plus que les principes essentiels de l'air, l'oxygène et l'azote, dans des proportions qui paraissent constantes : 20,90 d'oxygène, et 79,10 d'azote en volume. L'air recueilli dans les localités les plus éloignées, et à diverses hauteurs dans l'atmosphère, n'a offert que des variations insensibles dans sa composition. A cause de cette grande constance, et parce que le rapport en volume des deux gaz est à peu près de 4 à 1, on pourrait être tenté de regarder l'air atmosphérique, non pas comme un mélange, mais comme une véritable combinaison de ces deux gaz. Les raisons qui doivent le faire considérer comme un mélange, sont que le rapport simple de 4 à 1 s'éloigne trop des résultats de l'analyse, pour qu'on puisse attribuer la différence aux erreurs de l'expérience ; que, si l'on mêle les deux gaz dans les proportions qui constituent l'air, on obtient réellement de l'air, sans qu'il y ait eu dégagement de chaleur, signe ordinaire d'une combinaison chimique ; enfin, que l'eau dissout toujours l'un des éléments de l'air en plus grande proportion que l'autre, ce qui n'aurait pas lieu, si l'air était un composé défini d'oxygène et d'azote.

L'air est un gaz qui a la propriété d'entretenir la combustion et la respiration, et qui se réduit à de l'azote presque pur, lorsqu'on l'a fait séjourner pendant quelque temps en vase clos sur du phosphore qui absorbe tout l'oxygène. Il est 770 fois plus léger que l'eau, et la surface de la terre est pressée par lui avec autant de force qu'elle le serait si elle se trouvait recouverte d'une couche de mercure de 76 centimètres de hauteur. Cette pression toutefois est variable dans le même lieu, comme l'at-

teste le baromètre, instrument à l'aide duquel on détermine les variations de la pression atmosphérique, par celles de la hauteur d'une colonne de mercure.

L'air est transparent, invisible et sans couleur; cependant, lorsque la lumière qu'il nous réfléchit vient d'une masse de grande épaisseur, il nous paraît bleu : car, c'est à lui que l'on attribue la teinte azurée que nous offre le ciel lorsqu'il est sans nuages. La densité de l'air décroît, ainsi que sa force élastique, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère : celle-ci doit avoir une limite, à laquelle elle se termine, et au-delà de laquelle se trouve le vide des espaces célestes. Cette limite répond au point où le ressort de l'air est suffisamment affaibli, pour être exactement contrebalancé par l'attraction exercée sur chacune de ses molécules par toute la masse de la terre. On évalue approximativement la hauteur de l'atmosphère à une vingtaine de lieues: on sait, par les phénomènes du crépuscule, qu'à la hauteur de soixante mille mètres (15 lieues), l'air a encore une densité assez considérable pour réfléchir la lumière du soleil à la surface de la terre.

L'air pénètre partout dans l'intérieur de la terre, à travers les fissures du sol, et les pores des roches meubles; il est absorbé par les eaux des mers et des rivières, mais de manière que l'oxygène paraît se dissoudre avec beaucoup plus de facilité que l'azote : car l'air qu'on retire de l'eau renferme 32 pour 100 d'oxygène, tandis que l'air atmosphérique n'en renferme que 21.

1re Espèce. Eau (atmosphérique).

Syn. : Protoxyde d'hydrogène.

Composition atomique : HO; ou, en poids :

Oxygène.	88,9
Hydrogène.	11,1
	100,0

L'eau se présente dans la nature, sous trois états différents : à l'état de *vapeur* ou de fluide aériforme, à l'état liquide ou d'*eau* proprement dite, et à l'état solide ou de *glace*. Comme il n'est pas démontré qu'elle conserve sous ces différents états la même constitution *moléculaire*, on ne devra point s'étonner de la voir figurer comme espèce, dans chacun des deux sous-règnes

inorganiques, savoir : parmi les substances atmosphériques, sous le nom de *vapeur d'eau*, et parmi les minéraux proprement dits, sous celui de *glace* ou d'eau solidifiée.

Quant à la troisième modification de l'eau, celle qui nous offre la même substance à l'état liquide, comme elle est intermédiaire entre les deux autres, on est libre de la rattacher comme sous-espèce à l'une ou à l'autre. Nous la placerons ici immédiatement après la vapeur d'eau, par la raison que toutes les eaux terrestres peuvent être considérées comme provenant de la condensation de vapeurs, soit de celles qui ont fait partie de l'atmosphère, soit de celles qui sont venues de l'intérieur de la terre, et qui se sont transformées en eaux minérales, en se refroidissant dans les longs canaux souterrains par lesquels elles sont arrivées à la surface.

1re Sous-espèce. Eau (*en vapeur*).

A l'état de vapeur, l'eau est constamment mêlée à l'air atmosphérique, surtout dans les couches inférieures. Elle y est comme dissoute, et alors elle est complètement invisible : c'est la vapeur proprement dite, dont la présence est attestée par les phénomènes hygrométriques et météorologiques, qui dépendent des variations survenues dans la quantité de cette vapeur, et dans les températures relatives de la surface terrestre, et des diverses couches de l'air. Souvent elle manifeste directement sa présence, en se condensant en globules visibles, qui restent suspendus et flottent dans l'atmosphère, où ils forment les nuages et les brouillards.

L'eau en vapeur, à une température d'au moins 100°, forme aussi des jets plus ou moins volumineux qui s'échappent des crevasses du sol dans certaines contrées, et souvent avec bruit, comme elle ferait d'une chaudière en vapeur. On observe de ces jets de vapeur, non-seulement dans les cratères des volcans en activité, et dans les solfatares où ils sont fort ordinaires, et et où on les désigne par le nom de *fumarolles*, mais encore dans des terrains de sédiment composés de calcaires, qui sont fort éloignés des foyers volcaniques actuels, comme au *Monte-Cerboli*, et à *Castel-Nuovo* en Toscane, où ces jets sont connus sous le nom de *soffioni* (ou de soufflards). Les vapeurs qui les forment entraînent avec elles différentes substances, acides ou salines, que l'on retrouve dans les eaux provenant de leur con-

densation. C'est ainsi qu'à Larderelle, en Toscane, on recueille l'acide borique dans les *lagonis*, ou les mares d'eau qui sont traversées par ces jets de vapeur. Au Vésuve, les vapeurs d'eau sont chargées d'acide chlorhydrique; à la solfatare de Pouzzoles, elles sont accompagnées de gaz sulfureux, et de gaz sulfhydrique.

Enfin, l'eau à l'état de vapeur condensée par une forte pression, est mélangée à la matière même des laves en fusion, et se dégage sous forme de fumarolles de toutes les coulées vomies par les volcans actuels, et cela longtemps encore après que la lave est sortie du cratère, et pendant toute la durée de son refroidissement.

2[e] Sous-espèce. EAU LIQUIDE; *Eau proprement dite*.

Même composition chimique que la vapeur d'eau.

Ce liquide, lorsqu'il est pur, ou qu'il a été parfaitement distillé, est le terme de comparaison qui nous sert à déterminer la densité des autres corps, de sorte que sa pesanteur spécifique est 1. Mais, parce que le volume et la densité de l'eau varient d'une manière sensible avec la température, il faut indiquer à quelle température on a pris les densités, ou ramené les résultats des observations. Dans les recherches exactes de physique et de chimie, la densité 1 de l'eau est celle qui répond à la température de 4°,1 centigr. Dans la pratique de la minéralogie, on est convenu de prendre pour unité la densité de l'eau distillée à la température de 15°, qui est à peu près la moyenne des températures dans nos climats.

L'eau offre une exception peu commune au rapport qui existe ordinairement entre les variations de densité et de température des corps: car, au lieu d'avoir une densité toujours croissante, à mesure qu'elle se refroidit, son maximum de densité est à 4°,1 au-dessus de zéro. Au-delà de ce point, elle se dilate en se refroidissant davantage, jusqu'au moment où elle se solidifie; et nous verrons en effet que la densité de l'eau solide n'est plus que de 0,95. On sait que le poids d'un centimètre cube d'eau pure à 4°,1, température du maximum de densité, a été pris pour l'unité du nouveau système de poids adopté en France: c'est le gramme.

Les eaux naturelles se divisent, d'après leur température, en eaux froides, et en eaux thermales. La température des eaux réputées froides ne doit pas dépasser 17 à 18 degrés; au-delà de ce point, elle est thermale. Il n'est presque point d'eaux pures.

dans la nature : celles qui couvrent la surface de la terre contiennent toujours des matières étrangères, empruntées au sol ou à l'atmosphère. D'après leur composition variable, on les distingue en *eaux potables*, et en *eaux minérales*.

Les eaux potables sont celles où les matières étrangères sont en faible proportion, et qui contiennnent de l'oxygène. Elles sont propres à la boisson, dissolvent le savon, et cuisent bien les légumes. Telles sont les eaux de neige et de pluie : celles qui proviennent des pluies d'orage présentent quelquefois une certaine quantité d'acide azotique. Telles sont encore les eaux de sources, dans les terrains granitiques ou sablonneux. Dans les terrains de sédiments, où les roches calcaires sont abondantes, les eaux de sources sont généralement très-chargées de sels à base de chaux.

Les eaux minérales sont celles qui renferment des matières étrangères en assez grande quantité, pour ne pouvoir servir dans les usages ordinaires. Elles se subdivisent en *eaux salées* et en *eaux médicinales*.

Les eaux salées doivent leur nom à la saveur que leur communique le chlorure de sodium ou sel marin qui s'y trouve en dissolution. Elles se divisent en *eaux de mer* et en *eaux de sources salées*. Les premières sont les plus abondantes; elles constituent la masse principale des eaux à la surface du globe, tant celles des mers ouvertes que celles des mers intérieures, et de quelques lacs fermés; en général, de tous les grands amas d'eaux qui n'ont point de débouchés et ne peuvent perdre que par évaporation. La salure de l'eau de mer est à peu près la même dans tous les parages, si l'on excepte ceux où des circonstances locales amènent le mélange des eaux marines avec les eaux douces, comme par exemple aux embouchures des grands fleuves. La quantité de sels qu'elle contient varie de 3 à 4 pour cent ; le chlorure de sodium en forme toujours la plus grande partie, sans cependant dépasser plus des 0,026 du poids de l'eau. Les autres matières salines consistent principalement en sulfate de soude, en chlorure de magnésium et de calcium, et en une très-petite quantité de brômure et d'iodure de sodium et de magnésium.

Il y a dans l'intérieur des continents des sources salées, dont les eaux ont plus ou moins d'analogie avec l'eau de mer, et dont la salure provient sans doute de ce que les eaux ont filtré à travers des amas de sel renfermés dans le sein de la terre, et que l'on rencontre presque toujours en sondant le sol des pays en-

vironnants. Il en existe un grand nombre en France, à Dieuze, Moyenvic, Château-Salins, etc. La quantité de sel contenue dans ces eaux s'élève quelquefois aux 0,25 de son poids.

Les eaux médicinales, ou eaux minérales proprement dites, se distinguent des eaux douces, parce qu'elles ont une saveur ou une odeur plus prononcée, et des eaux salées, parce qu'elles doivent leur saveur principale à un autre sel que le sel commun ou sel marin. Toutes produisent dans l'économie animale, une excitation qui est efficace pour la guérison de la plupart des affections chroniques. De là le nom d'*Eaux médicinales* qu'on leur donne. Relativement à la température, qui varie entre les deux limites extrêmes 0° et 100°, on distingue les eaux minérales en froides, tempérées ou thermales. La chaleur des eaux thermales est un phénomène qui s'explique aisément, en admettant que les eaux viennent de lieux plus ou moins profonds, où elles ont séjourné et dont elles ont pris la température, qu'elles nous apportent à la surface : on sait en effet aujourd'hui que les couches terrestres ont une chaleur propre, qui est d'autant plus élevée, que ces couches sont situées plus profondément dans l'intérieur. L'accroissement de la chaleur souterraine est à peu près d'un degré par 30 mètres, à partir du point où l'on commence à rencontrer une température constante, égale à la température moyenne des lieux situés à la surface. On conçoit que l'eau, quand elle a atteint une profondeur et une température convenables, puisse agir sur les roches et en extraire des principes qui les minéralisent, et les distinguent des eaux de sources produites par des filtrations tout-à-fait superficielles.

D'après leur composition, et sous le rapport thérapeutique, on partage les eaux médicinales en sept variétés principales :

1° Les eaux salines : ce sont celles qui renferment divers sels et point de gaz. Beaucoup renferment les mêmes sels que les eaux de sources salées, en sorte que la ligne de démarcation entre ces deux variétés est difficile à établir. Outre les chlorures sodique, magnésique et calcique, elles contiennent des sulfates et carbonates des mêmes bases. Leur saveur est généralement amère et nauséabonde. Telles sont, par exemple : les eaux de Plombières, dans les Vosges ; de Chaudes-Aigues, département du Cantal ; de Bourbonne-les-Bains, dans la Haute-Marne, qui sont chaudes ; et celles d'Epsom, dans le comté de Surrey, en Angleterre ; et de Sedlitz, en Bohême, qui sont froides.

2° Les eaux gazeuses, non acides ; ce sont celles qui tiennent

en dissolution une certaine quantité de gaz, tel que l'azote ou l'oxygène seul, ou ces deux gaz à la fois, mais dans d'autres proportions que celles de l'air atmosphérique. Telles sont les eaux de Luxeuil, près Vesoul (Haute-Saône), et celles de Bagnères-de-Bigorre, dans les Hautes-Pyrénées.

3° Les eaux acidules et acides: les premières doivent leur saveur, qui est plutôt aigrelette qu'acide, au gaz acide carbonique qui s'en dégage en les faisant mousser plus ou moins fortement, quand on les expose à l'air. Leur saveur est agréable, fraîche et légèrement piquante. Telles sont les eaux de Seltz, près de Francfort; de Pougues dans le département de la Nièvre; les eaux à la fois acidules et salines de Vichy, dans l'Allier. Les eaux acides doivent leur acidité à l'acide borique, ou aux acides chlorhydrique, azotique, sulfurique ou sulfureux. Elles se trouvent en général dans les environs des volcans, dans les lagonis de Toscane et autres lieux où se produisent les jets de vapeur qu'on nomme *soffioni* et *fumaroles* (Monte-Cerboli et Castel-Nuovo, en Toscane; Vésuve; Etna; Lac du Mont-Idienne, à Java, etc.)

4° Les eaux alcalines : c'est à la soude, au carbonate de cette base ou à celui d'ammoniaque qu'elles doivent leur caractère distinctif. On peut citer pour exemples, les eaux de Chaudes-Aigues, dans le Cantal, et l'une des sources de Plombières.

5° Les eaux ferrugineuses : elles se reconnaissent assez facilement à leur saveur stiptique, plus ou moins prononcée, et à la propriété qu'elles ont de noircir l'infusion de noix de galle que l'on y verse. On les subdivise en deux variétés, selon qu'elles sont gazeuses ou non gazeuses. Dans les premières, qui sont les plus communes, le fer à l'état de protoxyde est tenu en dissolution par un excès d'acide carbonique. Elles ne tardent point à s'altérer par l'exposition à l'air, et à déposer des flocons rougeâtres. Telles sont les eaux de Bussang, dans les Vosges, de Forges (Seine-Inférieure), de Spa, dans le pays de Liège. Dans les secondes, le fer se trouve à l'état de sulfate ou de carbonate : telles sont celles de Passy, près Paris; de Pyrmont, dans le Hanovre, etc.

6° Les eaux hydrosulfureuses ou hépatiques : elles contiennent de l'hydrogène sulfuré, libre ou à l'état d'hydrosulfate, exhalent une odeur fétide, semblable à celle des œufs pourris, et noircissent en peu de temps une lame d'argent que l'on y a plongée. Par leur exposition à l'air, elles se recouvrent d'une pellicule irisée, et laissent déposer un précipité pulvérulent,

presque entièrement formé de soufre avec lequel l'hydrogène était uni, et qu'il abandonne en se volatilisant. La plupart sont chaudes. Telles sont celles de Barèges, de Bagnères-de-Luchon, de Bonnes, de Cauterets, dans les Pyrénées; de Bourbon-l'Archambault, dans l'Allier; d'Aix, en Savoie; de Bade, en Suisse et en Allemagne; d'Aix-la-Chapelle, etc. Les eaux sulfureuses froides sont rares : nous pouvons citer néanmoins celles d'Enghien-Montmorency, près de Paris; et celles de Saint-Amand, dans le département du Nord.

7° Enfin les eaux iodurées, qui renferment de l'iodure de potassium ou de sodium, et qui se distinguent des eaux salines ordinaires par des propriétés thérapeutiques particulières. La plupart se trouvent en Italie, à Voghera, Asti, Castel-Nuovo, etc.

Dans la plupart des eaux médicinales que nous avons mentionnées, on rencontre, mais en petite quantité, et comme parties accessoires, de la silice dissoute, et une matière azotée, de nature végéto-animale, qu'on a nommée *glairine* ou *barégine*.

Gisement. — C'est à l'état liquide que l'eau joue le principal rôle sur le globe. Outre les grands réservoirs d'eau, qui entourent nos continents et auxquels on donne le nom de mers, il existe encore au milieu des terres, de nombreux amas ou cours d'eau, non-seulement superficiels, mais même souterrains. L'eau s'évaporant à toute température, les vapeurs invisibles, qui se dégagent de la surface des mers ou des grands amas d'eaux stagnantes, montent dans l'atmosphère et se logent dans les interstices de l'air, comme le fait l'eau elle-même dans une éponge ordinaire. La quantité de vapeur qui peut être ainsi tenue en suspension dans l'air varie avec la température : on calcule que l'évaporation peut enlever annuellement à la mer une couche d'eau d'environ un mètre d'épaisseur, ce qui n'empêche pas que son niveau ne se maintienne sensiblement à la même hauteur, parce qu'elle reçoit une égale quantité d'eau des pluies et des fleuves. L'eau de l'Océan, ainsi réduite en vapeur et portée dans l'atmosphère, y circule en partie sous forme de nuages, retombe ensuite sur la terre sous forme de pluie ou de neige, et finit par retourner à l'état d'eau courante au réservoir d'où elle était partie, accomplissant ainsi une rotation perpétuelle sur elle-même.

Si la surface de la terre était entièrement imperméable à l'eau, toute celle qui tombe sur les continents, ou qui provient de la fonte des glaciers, irait immédiatement alimenter les amas

ou cours d'eaux superficiels; mais il n'en est point ainsi. Une partie des eaux, qui doivent leur origine aux vapeurs atmosphériques, pénètrent le sol, s'infiltrent à travers les terrains meubles ou perméables, ou descendent par les fissures naturelles qui interrompent la continuité de leurs couches, jusqu'à ce qu'elles en rencontrent une qui soit imperméable, comme un lit d'argile par exemple : alors elle se répand sur sa surface, en suit toutes les sinuosités, et finit par reparaître au jour dans les escarpements des montagnes ou sur les flancs des vallées, où cette couche va rencontrer la superficie du sol : telle est l'origine des eaux souterraines, et du phénomène des sources naturelles. L'autre partie des eaux provenant de l'atmosphère se réunit à celle des sources, pour former les torrents et les rivières qui, suivant à la surface de la terre les lignes de plus grande pente, serpentent à travers les vallées, passant souvent de lac en lac, et se rapprochant de plus en plus du grand bassin des mers, à mesure que leur cours se prolonge : telle est l'origine des eaux courantes, et des grands amas d'eaux stagnantes, à la surface de nos continents.

Les fissures et les cavernes qui existent dans l'intérieur du globe terrestre, servent de canaux et de réservoirs aux eaux souterraines : il doit donc y avoir, dans la profondeur du sol, des amas d'eau d'un volume plus ou moins considérable, et même des cours d'eau nombreux, dont quelques-uns peuvent être très-rapides. C'est ce que prouvent ces grottes ou ces espèces d'entonnoirs, d'où l'on voit sortir de véritables rivières, comme les sources du Loiret et de l'Orbe, les rivières de Vaucluse et de Nismes; et ces gouffres où des cours d'eau terrestres vont s'abîmer et disparaître. C'est ce que démontrent encore les sondages pratiqués en tant de lieux pour l'établissement de puits artésiens, et qui ont fait découvrir, à diverses profondeurs, des courants rapides qui tendaient à entraîner les parties inférieures de la sonde; circonstance qui a donné l'idée de diriger vers certains puits forés, les eaux superficielles dont on voulait se débarrasser, et de transformer les puits en *puits absorbants*, qui peuvent être aussi précieux pour la contrée que le seraient les puits artésiens eux-mêmes.

Les eaux souterraines se répandent aussi soit dans les fissures qui séparent les couches, soit à travers certaines couches meubles, où elles se creusent un lit, et lorsqu'elles y sont emprisonnées entre d'autres couches imperméables, elles forment des

nappes d'eau d'une étendue quelquefois très-considérable, qui suivent toutes les inflexions de ces couches. On sait que, dans la même localité, il y en a souvent à diverses hauteurs, échelonnées par étages, et sans communication les unes avec les autres. Ces nappes d'eau se relèvent ordinairement de certains côtés, en même temps que les couches qui les renferment, car on sait que les couches sédimentaires conservent rarement sur de grandes étendues une position horizontale; elles prennent leur origine vers ces parties élevées, là où les deux espèces de couches, les perméables et les imperméables, viennent couper la superficie du sol. Les eaux qui les alimentent sont absorbées à la ligne d'intersection supérieure de ces couches avec la surface terrestre, où elles ont pour réservoir un lac ou une rivière. Les eaux qui descendent dans ces canaux souterrains, pressées par le poids du liquide supérieur, tendent à regagner le niveau de leur point de départ, mais elles en sont généralement empêchées par l'obstacle du terrain épais et imperméable qui les recouvre. Si donc une percée naturelle se présente, qui mette le conduit souterrain en communication avec la surface de la terre, dans un point moins élevé que celui d'où les eaux sont parties, celles-ci, obéissant à la pression qui les pousse, remonteront par cette percée, pour venir jaillir à la surface.

En effet, quand il existe naturellement une pareille communication entre un de ces canaux souterrains et la surface du sol, ou, ce qui revient au même, quand la nappe d'eau, après s'être enfoncée, se relève pour se montrer de nouveau au jour, du côté opposé à celui de son origine, et dans un point plus bas, il se produit par l'ouverture un écoulement d'eau continuel, qui est ce qu'on nomme une *source ordinaire*. Quand il n'y a pas de percée naturelle qui permette un tel écoulement, on peut à l'aide d'une sonde en pratiquer une qui produise le même effet. Cette industrie, connue depuis longtemps dans certains pays, notamment à la Chine, dans le duché de Modène en Italie, et en France dans l'ancienne province de l'Artois, a pris dans ces dernières années beaucoup d'extension : les sources artificielles, ainsi produites, sont ce qu'on nomme des *puits artésiens*. Partout où il existe des nappes d'eau abondantes qui, ne se relevant pas assez d'elles-mêmes pour pouvoir affleurer, demeurent cachées à une grande profondeur dans le sol, on peut y établir un puits foré, c'est-à-dire un canal de communication entre une de ces nappes d'eau et la surface du sol, au moyen d'un trou de

sonde, que l'on garnit d'un long tube cylindrique, dans lequel l'eau s'élève, sans pouvoir se perdre dans le terrain environnant. L'eau se meut alors dans une espèce de siphon renversé, dont la longue branche est située du côté du réservoir qui alimente la nappe, et dont la plus courte est représentée par le tube où elle remonte. On sent que, par une telle disposition, l'eau peut même jaillir du puits foré, si la hauteur d'où elle est partie surpasse notablement celle de l'orifice par où elle sort au jour. Telle est l'origine des sources artésiennes et de certaines eaux jaillissantes naturelles. On voit aussi qu'à raison de la disposition des couches internes du globe, un puits artésien peut très-bien réussir dans une plaine éloignée de toute montagne : la seule condition nécessaire, c'est qu'il existe un réservoir supérieur qui alimente une nappe retenue à une certaine profondeur par des couches imperméables; et ce réservoir, qui le plus souvent est une rivière, peut être situé à une très-grande distance du point où le forage a lieu, là où les couches viennent en se relevant se terminer à la surface du sol.

Il y a des fontaines naturelles ou artificielles qui sont intermittentes, c'est-à-dire que leur écoulement n'a lieu que par intervalles et d'une manière périodique. Ce phénomène, que l'on imite très-bien par une certaine combinaison de siphons, tient sans doute à une disposition analogue des canaux qui alimentent la fontaine.

Les eaux en coulant, ainsi que nous venons de le voir, dans l'intérieur du globe à travers les masses minérales, s'y chargent de divers principes qu'elles dissolvent et apportent avec elles dans les points où elles sourdent à la surface : de là l'origine des eaux que nous avons nommées minérales, et qui en même temps peuvent être des eaux chaudes ou thermales, et des eaux jaillissantes. Nous citerons, comme un exemple remarquable de sources réunissant toutes ces qualités, les *geysers* ou sources jaillissantes d'Islande, dont les eaux tiennent de la silice en dissolution : il en est une qui projette, de demi-heure en demi-heure, une colonne d'eau bouillante de six mètres de diamètre, et s'élevant parfois à cinquante mètres de hauteur.

L'eau n'existe pas seulement à l'état libre dans la nature, mais encore à l'état de combinaison avec un grand nombre de corps, que l'on nomme à cause de cela des *hydrates*. Les corps qui s'unissent ainsi à l'eau sont généralement des oxydes ou des sels (oxydes hydratés, sels hydratés).

8e Espèce. Acide carbonique, CO².

Syn. : *Air fixe*; *acide aérien*; *acide méphitique*.

Composition en poids :

Oxygène.	72,73
Carbone.	27,27
	100,00

Corps gazeux, incolore, inodore, non inflammable; soluble dans l'eau, à laquelle il communique une saveur aigrelette, la propriété de mousser, et celle de précipiter par l'eau de chaux. Il est plus pesant que l'air atmosphérique, et asphyxie promptement les animaux qui le respirent.

La densité de l'acide carbonique est égale à 1,524. Ce gaz conserve son état de fluide aériforme aux températures les plus basses, sous la pression ordinaire; mais si on le soumet à de fortes pressions, il se liquéfie; et l'on peut même solidifier ensuite l'acide carbonique liquide, en en forçant une partie à passer subitement à l'état gazeux : le froid produit par ce passage étant suffisant pour congeler le reste de l'acide encore liquide. Lorsqu'on brûle du carbone très-pur dans de l'oxygène en vase clos, on reconnaît que le volume de l'acide carbonique formé est exactement le même que celui de l'oxygène employé.

L'acide carbonique existe dans l'atmosphère, où il est mêlé à l'air, dans une proportion qui varie de 4 à 6 dix-millièmes en volume. Il s'en trouve aussi dans beaucoup d'eaux, et quelquefois en assez grande quantité pour les rendre mousseuses. Il en résulte les eaux minérales gazeuses (voyez page 138), telles que l'eau de Seltz, les eaux de Spa, de Vichy, du Mont-Dore, etc. En se dissolvant dans les eaux naturelles, l'acide carbonique leur donne la propriété de dissoudre certains sels, tels que le carbonate de chaux, ce qu'elles ne pourraient faire sans la présence de cet acide.

Ce gaz se trouve à l'état libre, dans l'intérieur des puits, des cavernes ou des grottes naturelles, surtout dans le voisinage des dépôts de combustibles et dans les régions volcaniques. Quelquefois il remplit entièrement ces cavités souterraines; mais le plus souvent il n'en occupe qu'une partie, et à cause de sa pesanteur spécifique plus grande que celle de l'air, c'est toujours

à la partie inférieure qu'il se dispose, en y formant une couche de un à deux pieds de hauteur : dans ce cas, il donne lieu au phénomène si connu de la *Grotte du Chien*, aux environs de Naples. Les petits animaux, de la taille d'un chien ordinaire, ne peuvent entrer dans une pareille grotte sans être asphyxiés sur-le-champ, tandis qu'un homme debout y respire à l'aise et peut la parcourir sans danger. Cependant, il est prudent de ne pénétrer dans les cavités souterraines où l'on n'est pas entré depuis longtemps, et surtout dans les puits de mines, qu'après s'être assuré qu'une lumière peut y brûler tranquillement. Si la flamme pâlit, si elle se rétrécit, et à plus forte raison si elle s'éteint, il faut se garder d'y pénétrer avant d'en avoir renouvelé l'air. La grotte du Chien est située aux environs de Pouzzoles, sur les bords du lac d'Agnano ; beaucoup d'autres cavernes en Campanie donnent lieu de même à des *mofettes* ou émanations de gaz carbonique. Nous citerons encore, comme présentant des phénomènes analogues, les cavernes des environs de Bolsena, dans les États-Romains ; la grotte d'Aubenas, dans le département de l'Ardèche ; celle de Pérols, près de Montpellier ; l'Estouffi, cave du Mont-Joli, près de Clermont-Ferrand ; la grotte de l'ancienne abbaye de Laach, sur les bords du Rhin ; l'antre de Typhon, en Cilicie, dans l'Asie-Mineure, etc. C'est par des fissures, ou du sol même de ces cavernes, que le gaz s'échappe ordinairement ; et il suffit souvent d'y remuer la terre, pour qu'il se dégage en quantité quelquefois considérable : c'est ce que l'on observe dans les environs de Clermont en Auvergne, lorsqu'on creuse dans les masses de pouzzolane que les anciens volcans y ont accumulées. Enfin, l'acide carbonique s'exhale encore en abondance de beaucoup de terrains volcaniques : dans les volcans brûlants, on observe ces émanations plutôt au pied des montagnes volcaniques, et après les éruptions, que vers leur sommet et pendant les paroxysmes ; et elles persistent longtemps après la cessation de tout phénomène d'incandescence. Elles sont surtout abondantes dans les cratères des volcans éteints, ou dans les anciennes solfatares, comme à Java, dans la *vallée* dite *du Poison*, dont l'accès est défendu par une couche épaisse de gaz irrespirable, et où tout être vivant qui s'en approche de trop près tombe immédiatement asphyxié.

4e Espèce. Acide sulfureux, SO².

Composition en poids :

Oxygène	49,86
Soufre	50,14
	100,00

Corps gazeux ou dissous dans l'eau, composé en volume, de deux volumes d'oxygène, et d'un volume de vapeur de soufre, condensés en deux. Facile à distinguer par son odeur suffocante et bien connue : car c'est celle que répand le soufre brûlé. Ce gaz est incolore, acide, d'une saveur forte et désagréable. Sa densité est de 2,234, celle de l'air étant 1. Il n'est point décomposé par la chaleur; un froid de 20° au-dessous de zéro suffit pour le liquéfier. On l'obtient aussi par la compression à l'état liquide : sous cette forme, il est encore sans couleur. Il est soluble dans l'eau : ce liquide en absorbe trente fois son volume à la pression ordinaire et à la température de 20°.

Gisement. — L'acide sulfureux, à l'état de gaz, est rejeté en abondance dans l'atmosphère, par les fissures et cratères des volcans, avant, pendant ou après les éruptions. Il est très-abondant en Islande, à Ténériffe et à l'Etna; il est au contraire assez rare au Vésuve, où les émanations d'acide chlorhydrique sont plus communes. Il s'en dégage en tout temps des solfatares en activité (Pouzzoles, Guadeloupe). Il est fréquemment absorbé par les eaux qui se trouvent dans les mêmes lieux, et constitue alors les eaux acides sulfureuses, que l'on trouve dans quelques cavités souterraines (grottes du Vésuve et de l'Etna), ou dans quelques flaques d'eau extérieures; mais, dans ce dernier cas, il s'en échappe promptement, lorsque les eaux viennent à être chauffées par les rayons du soleil.

Usages. — L'acide sulfureux, qu'on produit artificiellement en brûlant le soufre aux dépens de l'oxygène de l'air, a deux emplois principaux : il sert pour le blanchiment des matières animales, et on l'applique en médecine au traitement des maladies de la peau, notamment de la gale. — Par son moyen, on blanchit la soie, la laine, les plumes, les vieux chapeaux de paille, etc., et on enlève les taches produites par les fruits rouges sur le linge. En médecine, on l'administre encore en bains gazeux ou fumigations, dans un appareil convenablement dis-

posé, pour que le corps du malade soit soumis à l'action du gaz, sans que sa tête puisse en recevoir les émanations.

5e Espèce. Acide sulfhydrique (hydrogène sulfuré), SH.

Syn. : *Air puant*; *gaz hépatique*.

Corps gazeux, incolore, ayant une odeur et un goût d'œufs pourris; pesant spécifiquement 1,19; combustible à l'approche d'un corps enflammé, et donnant pour produits, de l'eau, de l'acide sulfureux et du soufre. Soluble dans l'eau, à laquelle il communique la propriété de précipiter en noir les sels de plomb, de cuivre et d'argent.

Composition en poids:

Soufre.	94,18
Hydrogène.	5,82
	100,00

Gisement. — L'hydrogène sulfuré se dégage des volcans et des fissures produites par les tremblements de terre; et il se trouve à l'état de solution dans les eaux minérales dites *hépatiques* ou *sulfureuses*, telles que les eaux de Barèges, de Bagnères, d'Enghien-Montmorency, etc. Il se dégage aussi des matières animales en décomposition, et se reconnaît à son odeur, ainsi qu'à la couleur noire qu'il donne à l'argent et au cuivre, exposés aux émanations de ces matières. Il existe dans les eaux marécageuses, où des matières organiques sont en contact avec des sulfates : ceux-ci étant transformés en hydrosulfates par le carbone et l'hydrogène provenant de la putréfaction des premières. C'est aussi le même gaz produit encore par la décomposition des sulfates, qui s'exhale des fosses d'aisances, et en rend la vidange si dangereuse; enfin, l'hydrogène sulfuré est renfermé dans les pores de certaines substances minérales, telles que des calcaires, des dolomies et des marnes, d'où l'on parvient à le dégager par le frottement ou la percussion.

Usages. — Il est employé dans les laboratoires de chimie, à l'état de solution, pour précipiter certains oxydes métalliques; c'est un remède puissant dans les maladies de la peau. Les eaux minérales qui en contiennent sont administrées avec avantage, principalement comme bains. On les emploie aussi à l'intérieur, mais avec précaution, et après les avoir rendues plus faibles, en les étendant avec de l'eau pure.

6e Espèce. Acide chlorhydrique, ClH.

Composition en poids :

Chlore	97,26
Hydrogène	2,74
	100,00

L'acide chlorhydrique est formé par la combinaison directe du chlore et de l'hydrogène. Le chlore est un corps simple qui, à la température et à la pression ordinaires, est toujours gazeux, d'un jaune-verdâtre, d'une saveur désagréable, et d'une odeur pénétrante et caractéristique. Il ne se rencontre dans la nature qu'à l'état de combinaison. Ce gaz est impropre à la combustion ; il attaque les couleurs végétales, et détruit les miasmes putrides : aussi l'emploie-t-on pour blanchir les toiles et désinfecter l'air. Il se dissout facilement dans l'eau : sa solution a l'odeur, la saveur, la couleur du chlore gazeux, et une grande partie de ses propriétés chimiques.

Le chlore se combine avec un grand nombre de corps simples, et donne naissance à des chlorures solides, les uns à base de métaux autopsides, les autres à base de métaux hétéropsides, dont l'histoire appartient au règne minéral. Il a une affinité toute particulière pour l'hydrogène, avec lequel il forme le gaz acide, connu maintenant sous le nom d'*acide chlorhydrique*, ou *acide hydrochlorique*, et anciennement sous celui d'*acide muriatique*, seule combinaison dont la description puisse trouver place ici.

L'acide chlorhydrique est un gaz incolore, d'une odeur vive et piquante, d'une saveur très-acide, éteignant les corps en combustion, rougissant fortement la teinture de tournesol, répandant au contact de l'air des vapeurs blanches, dues à son action sur l'eau atmosphérique, et pouvant se liquéfier par une pression considérable. Ce gaz est extrêmement soluble dans l'eau, à laquelle il communique toutes ses propriétés. L'une des plus caractéristiques consiste à donner par l'azotate d'argent un précipité blanc de chlorure d'argent, noircissant à la lumière, insoluble dans l'acide azotique, et soluble dans l'ammoniaque.

L'acide chlorhydrique se dégage souvent en grande quantité des volcans en activité, notamment du Vésuve, et se con-

dense souvent avec les vapeurs aqueuses qui l'accompagnent, de manière à former de petits amas d'acide liquide, et quelquefois même des sources assez abondantes. M. de Humboldt l'a observé dans les eaux thermales de Chucandiro, de Guinche, de San-Sébastien, etc., entre Valladolid et le lac de Cusco au Mexique. Il imprègne aussi certaines laves poreuses, plus ou moins altérées, comme celles du Vésuve, et les domites du Puy-Sarcouy en Auvergne. Enfin, on prétend qu'il se dégage quelquefois de certains dépôts salifères (mines de sel marin de Wieliczka, en Gallicie; d'Aussee, en Styrie; de Kreutznach, dans la Prusse rhénane).

L'acide chlorhydrique est fort employé dans l'art de la teinture pour faire virer les couleurs, et pour enlever celles qu'on veut faire disparaître; il sert à composer certains mordants, et à la préparation du chlore ou des chlorures, qu'on emploie pour le blanchiment des toiles. C'est un des acides le plus en usage dans les laboratoires de chimie; en le mêlant à l'acide azotique, on forme l'*eau régale*, ou acide nitro-muriatique, qui sert à dissoudre l'or et le platine.

7e Espèce. **Ammoniaque,** AzH^3.

Syn. : *Alcali volatil.*

Composition définie :

Azote	82,39
Hydrogène	17,61
	100,00

L'ammoniaque est une composition gazeuse d'azote et d'hydrogène, d'une odeur vive, piquante et caractéristique. Elle est sans couleur; sa saveur et ses réactions sont fortement alcalines. A la température ordinaire, elle n'existe que sous forme gazeuse (alcali volatil); mais l'eau la dissout facilement, et on l'obtient ainsi sous forme liquide (alcali fluor). Par un froid considérable ou sous une forte pression, le gaz ammoniac peut être condensé en un liquide incolore, qui se prend en une masse cristalline à —40°. Quand on le soumet à l'action d'une longue suite d'étincelles électriques, il se décompose en doublant de volume, et il est transformé en un simple mélange de trois volumes d'hydrogène et de un d'azote.

L'ammoniaque se trouve rarement à l'état caustique dans la nature. L'air en contient une très-petite quantité, et souvent on peut reconnaître sa présence dans de l'eau de pluie. Il s'en forme par l'action vitale des plantes et des animaux ; et elle se produit en outre dans la plupart des décompositions que subissent les matières organiques azotées, en sorte que les terres arables, et l'humus notamment, en contiennent toujours.

8e Espèce. Hydrogène carboné, C^2H^4.

Syn. : *Grisou; Gaz des marais et des houillères; Protocarbure d'hydrogène.*

Substance gazeuse, incolore, s'enflammant à l'approche d'un corps en combustion, brûlant avec une flamme bleue, et donnant pour produits de l'eau et de l'acide carbonique. Elle détonne fortement, lorsqu'elle est mêlée à l'air atmosphérique dans une certaine proportion. Sa pesanteur spécifique est de 0,559.

Composition en poids :

Carbone.	75
Hydrogène.	25
	100

Gisement. — Le gaz hydrogène proto-carboné est assez abondant à la surface de la terre. Il se dégage d'abord, pendant les temps chauds, des marais, ou des eaux stagnantes au fond desquelles se trouvent des matières organiques en décomposition. Il suffit de remuer la vase pour voir des bulles de gaz s'échapper en bouillonnant. On peut les recueillir au moyen de flacons renversés, remplis d'eau et munis d'entonnoirs.

Il se dégage aussi du sein de la terre, tantôt par les fissures de diverses couches solides, tantôt à travers les sables ou les eaux qui les recouvrent. On connaît un grand nombre de lieux où s'observent des sources continuelles et abondantes de gaz susceptible de s'enflammer, soit naturellement, soit par l'approche d'un corps en ignition, et de produire ce qu'on a appelé des *fontaines ardentes*. Tantôt le gaz proto-carboné se dégage seul; tantôt il est mélangé de bitume, ou bien accompagné d'une matière boueuse, imprégnée de sel marin; et dans ce dernier cas, la source gazeuse prend le nom particulier de *salse*. Il en est dans lesquelles les déjections ont lieu à différents

intervalles, et comme par une sorte d'explosion, et il se fait autour des ouvertures qui vomissent ces matières terreuses, de petits cônes provenant de la consolidation de la vase. Ces cônes, dont la hauteur n'est généralement que de quelques pieds, sont terminés par une cavité cratériforme, d'où s'échappent par moments de grosses bulles de gaz. On a donné à ces phénomènes les noms de *volcans d'air*, *volcans d'eau et de boue*. Les salses sont rarement isolées dans un canton; elles sont au contraire assez multipliées, et disposées en ligne sur une même fente, ou parallèlement à une chaîne de montagnes. Ces phénomènes ont quelque analogie avec ceux des volcans proprement dits : mais ils ont lieu sur une échelle infiniment plus petite, et d'ailleurs les terrains où ils se passent n'offrent aucun des caractères des véritables terrains volcaniques. Ce sont le plus souvent des terrains calcaires, marneux ou argileux, appartenant au sol de sédiment inférieur ou supérieur.

Les flammes de ces pseudo-volcans produisent une chaleur assez forte pour calciner le sol tout à l'entour, et il en résulte de grands espaces, qui sont nus, ou privés de toute végétation. Ce sont ces portions de terrain calciné qui font reconnaître l'emplacement des feux pendant le jour; car les flammes ne sont ordinairement visibles de loin que pendant la nuit.

Lorsque les jets d'hydrogène carboné et de bitume ont été accidentellement enflammés, ils continuent à brûler pendant plus ou moins de temps, jusqu'à ce que de grandes averses ou des coups de vent assez forts parviennent à les éteindre. Il en est qui brûlent depuis les temps les plus anciens; tels sont ceux du Mont-Chimère, sur les côtes de l'Asie-Mineure. Ce n'est pas toujours par de simples fentes que sortent les flammes; il s'en échappe quelquefois par les orifices des cavernes.

Les sources d'hydrogène carboné sont assez communes à la surface du globe : on en observe non-seulement dans les pays sujets aux tremblements de terre et aux éruptions volcaniques, mais encore dans des localités assez éloignées de tout volcan. C'est ainsi qu'il s'en trouve en Angleterre, près de Lancastre et de Bosely; on cite en France un terrain, à Saint-Barthélemy, dans le département de l'Isère, d'où il est sorti des gaz susceptibles d'être enflammés. Mais dans les contrées les plus rapprochées de nous, c'est l'Italie qui offre les salses les plus nombreuses et les plus remarquables : il en existe en effet un nombre assez considérable le long du pied septentrional de la chaîne

des Apennins, dans les pays de Parme, de Reggio, de Modène et de Bologne. C'est là que se trouvent les feux naturels ou salses de Rivalta et de Torre, dans le Parmesan, celles de Sassuolo et du Mont-Zibio, dans le Modenais, celles de Velléja, de Barrigazzo, de Pietra-Mala, etc., entre Bologne et Florence. Il existe aussi une salse des plus remarquables en Sicile, à Maccaluba, près de Girgenti.

Ces phénomènes se montrent aussi sur une grande échelle sur les bords de la mer Noire et de la mer Caspienne, particulièrement en Crimée, dans la presqu'île de Taman et aux environs de Bakou; on les observe aussi en diverses parties de l'Asie, au Bengale, dans l'Indoustan, à Java et en Chine. Il suffit, dans plusieurs de ces localités, de percer un trou de sonde de quelques mètres de profondeur, pour se procurer d'abondants jets de gaz inflammable. Les lieux de l'Asie où se dégagent ainsi des matières susceptibles d'inflammation, ont été anciennement en grande vénération parmi les adorateurs du feu, et le sont encore pour un petit nombre de *Guèbres* ou de *Parsis*, qui, par cette raison, ont établi leurs demeures autour de Bakou, l'un des ports de la mer Caspienne. On trouve encore près de cette ville d'anciens temples de Guèbres, dans chacun desquels on voit sortir du sol des jets de gaz inflammable.

On connaît aussi des salses ou des sources gazeuses en Amérique: nous citerons entr'autres celles de Fredonia, dans l'état de New-York; et celles de Turbaco, en Colombie, que les naturels du pays appellent *volcancitos*, petits volcans, et qui ont été décrites et figurées par A. de Humboldt. On voit dans ce lieu, situé dans les environs de la ville de Carthagène, sur un plateau élevé d'une cinquantaine de mètres au-dessus du sol environnant, une vingtaine de petits cônes, de sept à huit mètres de haut, formés d'une argile bleuâtre, et présentant à leur sommet une ouverture remplie d'eau, à la surface de laquelle des bulles de gaz viennent crever avec explosion, en lançant souvent de la boue.

Il est enfin une troisième circonstance dans laquelle s'observent des dégagements d'hydrogène carboné: c'est dans l'intérieur des mines de houille. Le gaz est emprisonné dans les fissures de la masse du combustible, et retenu par les parois de ces fissures dans un état de compression considérable. Lorsque, par le travail du mineur, ces parois se trouvent réduites à une faible épaisseur, le gaz les fait éclater brusquement et

sort en produisant un léger bruissement. Il y a des couches dans lesquelles il est en si grande quantité, qu'il suffit de percer un trou pour en provoquer un jet violent, continu, que dans quelques endroits les mineurs tiennent allumé, afin de s'en débarrasser. En se mêlant à l'air atmosphérique contenu dans les galeries, ce gaz produit fréquemment des mélanges explosifs, qui s'enflamment lorsque le mineur y pénètre muni de sa lampe; il en résulte quelquefois des détonnations désastreuses qui occasionnent la mort d'un grand nombre d'ouvriers. C'est à ce phénomène que les mineurs donnent le nom de *feu grisou*, *brisou* ou *terrou*. Toutes les couches de houille ne sont pas susceptibles de produire également de l'hydrogène carboné. Il en est qui n'en donnent presque point; d'autres, au contraire, en dégagent en très-grande abondance. Les houilles dites *à grisou* sont en général celles qui fournissent une houille de bonne qualité, propre à la forge, collante, peu compacte et facile à briser.

Usages. — Dans les lieux où l'hydrogène carboné se dégage de la terre par des crevasses naturelles, ou bien par des trous pratiqués à dessein, on l'utilise, en l'enflammant, pour divers usages économiques, tels que la cuisson de la chaux, de la brique ou des poteries; la coction des aliments ou l'évaporation des liquides. On se sert aussi des sources de gaz inflammable pour l'éclairage, surtout quand il est mêlé de bitume de naphte. Les Chinois depuis longtemps exploitent avec beaucoup d'activité les parties de leur sol qui sont connues pour renfermer du gaz inflammable : ils creusent jusqu'à une grande profondeur des trous de sonde, recueillent dans des conduits de bambous le gaz qui se dégage par ces orifices, nommés par eux des *puits de feu*, et s'en servent soit pour l'éclairage, soit pour le chauffage et le service des usines. Le gaz dont nous faisons nous-mêmes usage pour nous procurer de la lumière, et que nous obtenons par la distillation des matières organiques, telles que la houille, les huiles ou les graines oléagineuses, n'est rien autre chose qu'un mélange d'hydrogène protocarboné ou grisou, avec du gaz oléfiant ou hydrogène bicarboné. Son pouvoir éclairant est d'autant plus fort, que la proportion de gaz oléfiant est plus considérable.

Si l'hydrogène carboné naturel est avantageux à l'homme toutes les fois que son dégagement s'opère à la surface de la terre et à l'air libre, il n'en est plus de même lorsque ce dé-

gagement se fait dans l'intérieur des cavités souterraines, et qu'il peut s'y accumuler en se mêlant à l'air atmosphérique. Nous avons fait remarquer ci-dessus que ce gaz se dégageait souvent en abondance de la houille, pouvait remplir les galeries des mines, et après son mélange avec l'air de ces galeries, détonner à l'approche d'un corps en ignition, et produire les accidents les plus graves. Les ouvriers s'aperçoivent du danger qui les menace, en observant la flamme de leur lampe, qui offre à sa pointe un élargissement d'autant plus sensible, et une couleur bleue d'autant plus foncée, que la quantité d'hydrogène carboné est plus grande. Le principal danger d'une détonnation provient de la dilatation et de la contraction subites de l'air au moment de l'explosion. Il en résulte un vent dont la v presque incalculable, et les malheureux ouvriers qui se vent sur son passage sont lancés avec violence contre le sol ou les murs de la mine, où ils sont tués par le choc, ou du moins horriblement fracassés.

On peut prévenir ces accidents par deux moyens: le premier consiste dans un bon système d'aérage, fondé sur l'emploi de fourneaux d'appel, qui établissent un courant d'air continuel dans les galeries. Le second consiste dans l'usage des *lampes de sûreté*, dont on doit la découverte à Davy, lampes qui permettent de pénétrer dans le mélange détonnant sans crainte, et qui s'y éteignent sans l'enflammer. Ce sont des lampes à huile, dont la flamme est entourée de tous côtés par une toile métallique en fer ou en laiton. Davy a prouvé que si le mélange de gaz est explosif, il se fait bien une détonnation dans l'air contenu sous une pareille enveloppe; mais comme le gaz est refroidi par le métal, l'inflammation ne peut pas se communiquer à celui du dehors. Ce savant, à la suite de nombreuses expériences, a été conduit à ajouter à sa découverte un perfectionnement assez important. Il plaça un fil de platine tourné en spirale autour et un peu au-dessus de la flamme de sa lampe. Quand celle-ci s'éteint dans une explosion, le fil de platine devient tout-à-coup lumineux, et reste rouge par la combustion lente du gaz explosif. Ce fil répand alors assez de clarté, pour que les ouvriers puissent retrouver leur chemin en cherchant à quitter la mine. Et si le mineur repasse dans une partie de la galerie où le gaz et l'air soient en proportions convenables, il arrive même que le fil incandescent détermine dans l'intérieur de la lampe une nouvelle inflammation, qui rallume la mèche.

Il existe dans la nature divers autres carbures d'hydrogène, les uns liquides, comme le naphte et le pétrole, les autres solides, c[illegible] la naphtaline, l'idrialine, l'hatchétine, la schéerérite, [illegible]érite, etc., matières qui, par leurs caractères extérieurs, [illegible]lent plus ou moins au blanc de baleine, au beurre, au [illegible] et à la cire. Mais comme toutes ces substances paraissent avoir une origine organique, leur description sera plus convenablement placée dans la classe des Combustibles, à côté de [illegible] des bitumes, de la houille et du lignite, qui leur sont fré[illegible]mment associés, et paraissent même leur avoir donné nais[illegible]e.

9e Espèce. **Hydrogène phosphoré.** P,H.

Gaz incolore, d'une odeur fétide et caractéristique, qu'on peut comparer à celle des poissons pourris, et qui a la propriété de s'enflammer spontanément à l'air. Quand il est mêlé à l'eau, il lui communique une odeur désagréable et une saveur amère. Il se dégage des lieux marécageux où pourrissent des matières animales, et des terres où des cadavres ont été enfouis. On a prétendu que c'était cette combinaison gazeuse, qui, en s'enflammant au contact de l'air, produisait les feux follets, mais cette opinion est loin d'être prouvée.

RÈGNE MINÉRAL.

PREMIÈRE CLASSE.

COMBUSTIBLES NON MÉTALLIQUES.

Cette classe comprend toutes les substances inflammables, ou les combustibles proprement dits, qui n'ont ni l'aspect métalloïde, ni la grande densité, ni les autres propriétés qui distinguent les substances métalliques. Celles-ci sont bien des combustibles, dans l'acception chimique du mot; mais le genre de combustion qui leur est propre est très-différent : car, excepté deux ou trois substances, placées pour ainsi dire sur la limite des deux premières classes, les métaux brûlent généralement sans flamme, et en augmentant de poids, au lieu d'en perdre; tandis que les combustibles dont il s'agit ici brûlent généralement avec flamme, et se dissipent tous en tout, ou du moins en très-grande partie, dans l'atmosphère.

On peut partager la classe des combustibles non métalliques en deux principales divisions : les COMBUSTIBLES CHARBONNEUX, et les COMBUSTIBLES SULFUREUX.

A. COMBUSTIBLES CHARBONNEUX.

Ier ORDRE. CHARBONS (PROPREMENT DITS).

Ire Tribu. CUBIQUES.

Ire ESPÈCE. DIAMANT.

Syn. : *Demant,* Werner. *Diamond,* des Anglais.

Caractères essentiels.

Composition chimique : C, ou carbone pur, un des corps simples non métalliques.

Forme cristalline fondamentale : le cube, ou l'octaèdre régulier.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme de clivage : l'octaèdre régulier (fig. 1, pl. 19).

Forme primitive (ou noyau hypothétique) : le cube (fig. 2).

Stries : l'octaèdre et le rhombododécaèdre en offrent quelquefois dans la direction du solide octaédrique.

Physiques. — Densité : 3,53. — Dureté : 10. — Ténacité : fragile. — Cassure : conchoïdale.

Chaleur spécifique : 0,147.

Réfraction : simple, lorsque le corps est pur, et sa structure homogène. — Indice de réfraction : 2,439. — Angle limite de la réfraction : 23°.50. — Pouvoir réfringent : 1,456. — Coëfficient de dispersion : 0,056. — Pouvoir dispersif : 0,0388. — Angle de polarisation maximum : 67°.30.

Transparence : Limpide au plus haut degré, lorsqu'il est sans couleur, et qu'il a été taillé et poli. Translucide, à l'état brut, très-rarement opaque.

Eclat : Adamantin, très-vif ; sous certains aspects, ses faces réfléchissent la lumière comme les miroirs métalliques les mieux polis.

Coloration : sans couleur, lorsqu'il est pur, présentant accidentellement des nuances de jaune, de vert, de rose, de bleuâtre, et quelquefois des teintes enfumées, ou une couleur brune tirant sur le noir.

Phosphorescence : assez vive, par insolation.

Electricité : ne conduisant pas le fluide électrique. Electricité positive par frottement, même dans les diamants bruts à surface terne. Faculté conservatrice très-faible.

Chimiques. — Infusible, ne se dissolvant dans aucun liquide, se dépolissant facilement à la flamme d'oxydation du chalumeau ; fusant et détonnant au feu, lorsqu'il est réduit en poudre et mêlé avec du salpêtre. Brûlant très-difficilement à l'air libre, et seulement lorsqu'il est soumis à une chaleur des plus intenses.

Le diamant se consume lentement et sans résidu, au foyer d'un miroir ardent ; M. Petzhold est parvenu à le brûler, en un temps assez court, en le chauffant sur la lame de platine, au moyen de la flamme de l'alcool, dirigée sous la lame à l'aide du chalumeau. Il brûle dans l'oxygène pur, sans donner de l'eau, et en changeant une partie de ce gaz en acide carbonique, sans

en altérer le volume ; c'est donc du charbon pur, ne contenant aucunes traces d'oxygène ni d'hydrogène.

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : b^1, $b^{3/2}$, $b^{4/3}$.
— sur les angles : a^1, $a^{1/2}$, $a^{1/3}$; et $i = b^1 b^{1/2} b^{1/3}$.

Les formes simples et combinaisons, que l'on a observées plus souvent dans la nature, sont les suivantes :

1. L'*Octaèdre* régulier, a^1, fig. 1, pl. 19. Incidence de o/o = 109°28'.

2. Le *Cube*, p, fig. 2. Cette variété est beaucoup plus rare que la précédente.

3. Le *Rhombododécaèdre*, b_1, fig. 4, pl. 4. d/d = 120°. C'est le dodécaèdre rhomboïdal, dont les faces sont le plus souvent déformées par des stries, ou des arrondissements. En général, les cristaux de diamant sont remarquables par la tendance qu'ils ont à subir des arrondissements, ce qui fait que les cristaux à faces bombées, et à apparence sphéroïdale, sont beaucoup plus communs dans l'espèce, que les cristaux à faces planes. Le dodécaèdre à faces courbes, représenté fig. 4, pl. 19, est la variété décrite par Haüy sous le nom de *sphéroïdal conjoint*.

4. L'*Octatrièdre* (variété *binaire* de Haüy), $a^{1/3}$, fig. 12, pl. 4, l'incidence des faces qui se coupent dans une arête de l'octaèdre, est de 153°28'. — Il existe certainement plusieurs espèces différentes d'octatrièdre dans le diamant, mais l'état des faces ne permet pas d'en mesurer les angles, pour pouvoir les déterminer avec précision. On cite entre autres la modification $a^{1/2}$, dans laquelle l'angle des faces qui se rencontrent en F est 141°3'.

5. L'*Hexatétraèdre*, $b^{4/3}$, fig. 6, pl. 4. La loi de modification est donnée d'après Levy ; les cristaux se prêtent rarement à une détermination rigoureuse. Incidence de $b^{4/3}$ sur $b^{4/3}$ = 163°44', pour les arêtes correspondantes à celles du cube, et 129°48' pour les arêtes des pyramides. On a observé encore la modification $b^{3/2}$, avec les angles 157°23' et 133°49'.

6. Le *Dodécatétraèdre* (fig. 14, pl. 4), dont les faces ont pour signe $b^1 b^{1/2} b^{1/3}$. Ce solide à 48 faces est le type auquel on ramène tous les diamants à faces bombées (fig. 3, pl. 19), auxquels Romé de l'Isle et Haüy donnaient le nom de *sphéroïdal sextuplé*.

Ce scalénoèdre, qui dérive du cube, par une loi de décroissement intermédiaire fort simple, serait produit par une modification ordinaire sur les arêtes, si on le faisait dériver du rhombododécaèdre.

Haüy rend raison de la courbure à peu près régulière de ses faces, en supposant que la loi de ce décroissement, au lieu d'être uniforme comme à l'ordinaire, varie d'une lame à l'autre, en suivant une progression déterminée. Il ne considérait donc point ces formes arrondies comme des cristaux roulés, malgré leur présence habituelle au milieu de galets et de graviers quarzeux, ne pouvant admettre, à cause de leur excessive dureté, qu'ils aient pu être usés par le frottement de ces matières comparativement plus tendres, et les diamants étant beaucoup trop rares dans ces terrains d'alluvion, pour qu'on puisse attribuer leur usure au frottement particulier qu'ils auraient exercé les uns sur les autres. Aussi, plusieurs savants ont-ils, comme lui, cherché une autre explication de ces formes arrondies du diamant, en les regardant comme le résultat d'une cristallisation précipitée et par conséquent imparfaite, ou bien d'une altération superficielle, qui aurait eu lieu sur place et par des causes chimiques, postérieurement à leur formation régulière.

Cependant, quand on considère toutes les circonstances dans lesquelles se trouvent ces cristaux à faces et arêtes arrondies, dans un sol de transport où domine le quarz, sous forme de galets ou de sables à gros grains, il devient très-probable que ces cristaux étaient primitivement réguliers, et que leurs arêtes auront été plus ou moins complètement effacées par l'action incessante des frottements et des chocs qu'elles auront éprouvés, pendant la durée du charriage de ce gravier quarzeux. Le diamant, malgré sa dureté supérieure, a bien pu céder à la longue à cette action continuellement répétée des galets et des sables. En effet, l'action des matériaux les uns sur les autres ne dépend pas seulement de leur dureté relative, comme le prouvent les expériences de M. Daubrée, mais encore de la vitesse et de la pression des agents frotteurs. On sait que des roches ont souvent été striées par d'autres moins dures; que le granite, par exemple, peut l'avoir été par de simples galets calcaires. Des cristaux ou fragments anguleux de minéraux, d'une dureté considérable, peuvent donc s'arrondir sous l'action longtemps répétée des chocs et des frottements. Il ne faut pas perdre de vue que le diamant, qui est très-dur, est en même temps très-fragile.

7. Le *Cubo-octaèdre*, $p a^1$, fig. 17, pl. 4.
8. Le *Cubo-dodécaèdre*, $p b^1$, fig. 3, pl. 4.
9. Le *Triforme*, $p a^1 b^1$, fig. 5, pl. 19.
10. Le *Plan-convexe*, Haüy, combinaison du sphéroïdal, avec fac le l'octaèdre. Celles-ci, qui sont parallèles aux direc- clivage, sont planes et brillantes.

Grou ments réguliers. — Les groupements réguliers de cris- ıx, qui s'observent dans l'espèce du diamant, sont générale- ıt des transpositions, qui ont lieu de manière que le plan de tion est parallèle, et l'axe de révolution perpendiculaire, à face de l'octaèdre. De plus, les deux individus qui forment ments du groupe, sont tellement réduits, raccourcis, ou primés par l'effet du groupement, que le plus souvent il ne te plus de chacun d'eux qu'une pyramide, représentant sommets de la forme simple. Les variétés offrant ce de groupement, sont : l'octaèdre, le dodécaèdre, le bi- ire, et le dodécatétraèdre ou sphéroïdal sextuplé. Le dodé- dre est tellement raccourci, qu'il présente l'aspect d'un di- dre ou double pyramide triangulaire. Il en est de même du ire transposé, avec ou sans angles rentrants. Quant au do- décatétraèdre, il présente encore une apparence trigonale, sur- tout à raison de l'arrondissement de ses faces et de ses arêtes; mais il est réellement composé de deux pyramides à six faces, comme on le voit fig. 6, pl. 19.

Ce sont ces diamants que Haüy plaçait parmi ses variétés *comprimées*, et que Romé de l'Isle appelait *triangulaires*. On les a pris quelquefois à tort pour des diamants de forme tétraèdre.

Suivant Mohs, le diamant présenterait une loi toute différente de groupement, fort remarquable, en ce que les individus au- raient dans ce cas le caractère hémiédrique, et qu'ils se réuni- raient en se croisant, et se continuant l'un et l'autre des deux côtés de chaque plan de jonction, l'un d'eux ayant tourné de 90° par rapport à l'autre, autour d'un des axes de l'octaèdre. Mohs a décrit des cristaux qui ont fait partie des collections Von der Null et R. Allan, et qui, selon lui, provenaient du croisement de deux tétra-hexaèdres, réunis dans la position même que leur donne le procédé de dérivation, lorsqu'on les déduit par hémié- drie du solide à 48 faces. La figure 19, pl. 12, représente ce groupe, tel que Mohs dit l'avoir observé dans la première de ces collections : il offre l'aspect d'un octaèdre dont les arêtes seraient remplacées par des assemblages de facettes formant

entre elles des angles rentrants. On a aussi cité parmi les formes du diamant, des tétra-hexaèdres simples ou scalénoèdres tétraédriques (fig. 38, pl. 5). C'est en se fondant sur ces observations, que Mohs a cru devoir considérer le système cristallin de cette espèce comme étant le semi-tessulaire ou tét drique, c'est-à-dire le système cubique à modifications h éd inclinées, et non pas le système cubique o ire. vouloir contester l'exactitude de ces observati , il n lt convenable d'attendre que de nouvelles recherc s soient veni les confirmer, avant d'adopter le point de vue s allemand sur la nature du système cristallin di nt. En effet, rien dans l'étude des propriétés optiques ctriques ne vient déposer en sa faveur; et la rareté des cas où l'on a signalé de véritables formes hémiédriques, le grand nombre de ceux où l'on rencontre des formes complètes, ou bien des formes réduites par l'effet d'un groupement particulier à une simple apparence hémiédrique, comme les diamants triangulaires de Romé de l'Isle, peuvent faire craindre que le caractère, assigné par Mohs et quelques autres minéralogistes, à certaines formes du diamant, ne soit qu'un accident, ou peut-être même une illusion.

Formes indéterminables. — Diamant *granuliforme*. En cristaux arrondis ou déformés par une cristallisation imparfaite, ou une usure superficielle. Ces diamants ont leur surface terne, mais au moyen de la taille, ceux qui sont incolores reprennent souvent une belle transparence.

Couleurs. — Les diamants sont le plus souvent sans couleur; on en connaît cependant de colorés, et, parmi ceux-ci, la teinte que l'on rencontre le plus ordinairement, est le *jaune*, passant quelquefois au jaunâtre enfumé, et même au noirâtre, circonstance plus rare. Cette dernière teinte a valu aux diamants qui la présentent, le nom de *diamants savoyards*. On a trouvé, il y a quelques années, dans les sables de la province de Bahia, au Brésil, de véritables diamants noirs, en masses compactes et cristallines. Ils se rencontrent sous forme de galets plus ou moins arrondis par le frottement, dans lesquels on reconnaît par places une structure grenue ou lamellaire, et de petites géodes tapissées de diamants réguliers et incolores. Des paillettes d'or sont quelquefois implantées dans les cavités de ces diamants. Souvent ils se présentent en sphéroïdes hérissés en tous sens de pointes cristallines; ces diamants, assemblages confus de petits

cristaux, sont très-réfractaires à la taille : on les regarde comme plus durs que les autres, et on les distingue dans la joaillerie sous le nom de *diamants de nature*. Les diamants *verts* sont, après les jaunes, les plus communs; les *bleus* sont rarement d'une teinte bien vive; enfin, il en est de *roses* : ce sont les plus recherchés parmi les diamants colorés. Mais, à part le mérite de la rareté, on préfère en général les diamants limpides, lorsqu'ils sont d'une belle eau, et qu'aucune glace ou gerçure ne les dépare. Les diamants taillés se reconnaissent aisément à leur extrême dureté, à leur éclat particulier, et à leur réfraction simple : ces caractères sont suffisants pour empêcher qu'on ne les confonde avec aucune autre pierre blanche, telle que le saphir blanc, la topaze goutte d'eau, le cristal de roche, etc.

Gisements. — Presque tous les diamants répandus dans le commerce viennent de l'Inde ou du Brésil. On connaît encore ce minéral dans quelques autres pays, mais il y est beaucoup plus rare. Partout il a offert une manière d'être qui lui est commune avec l'or et le platine granuliformes, et qui est pour ces espèces le gisement, non pas unique, mais le plus général : si l'on excepte en effet un seul point du Brésil où il vient tout récemment d'être trouvé en place, au milieu des roches mêmes où sans doute il a pris naissance, il ne s'est encore rencontré que dans les alluvions anciennes, dans ces terrains détritiques, caillouteux ou arénacés, qu'on nomme *terrains plusiaques*, et qui ont été formés en grande partie par la destruction des roches dites métamorphiques.

Dans l'Inde, c'est dans le royaume de Nizam, au centre de l'ancien Dekan, que sont les principales exploitations de diamants : à Pannah, dans l'Allahabad, au nord de Golconde, mais à une grande distance de cette ville; au nord, et nord-ouest de la même ville, dans le Nagpoor; à l'est, dans la province d'Orizza; enfin, au sud de Golconde, dans l'ancien royaume de ce nom, sur les rives de la Kistnah et du Pennar, mais non pas à Golconde même, comme on l'a dit, cette ville n'étant que le marché principal des diamants de l'Inde, et le lieu où on les taille. Les diamants se rencontrent dans un conglomérat ou poudingue, formé de fragments arrondis de quarz, de silex, de jaspe, réunis par un ciment ferrugineux. Ce dépôt occupe le fond des vallées; il n'est épais que de quelques pieds, et se trouve généralement à peu de profondeur au-dessous du sol; en quel-

ques points, il est recouvert par des couches de grès ou de sables.

Les plus gros et les plus beaux diamants connus viennent des localités précédemment indiquées. On en a trouvé aussi dans l'île de Bornéo, au pied occidental du mont Ratoos, dans un conglomérat composé de fragments de quarz, de syénite et de diorite, et contenant, outre les diamants, de l'or et du platine en grains. Enfin, on cite également un terrain aurifère et adamantifère à Sumatra, dans le district de Doladoulo, arrondissement du Kolta.

Dans l'Inde, l'exploitation des terres à diamant se réduit en général à les laver, pour entraîner le gros sable et l'argile, puis à porter le résidu, formé principalement de cailloux et de minerai de fer, sur une aire bien battue. On laisse sécher ces matières, puis on fait chercher les diamants qui peuvent s'y trouver, par des hommes nus, que des inspecteurs surveillent avec le plus grand soin. Cette opération se fait au soleil, les diamants se distinguant mieux alors par leur éclat au milieu des matières auxquelles ils sont mêlés.

Ce n'est que vers le commencement du dix-huitième siècle que l'on a découvert au Brésil, dans les provinces de Saint-Paul et de Minas Geraes, des terrains à diamant, tout-à-fait semblables à ceux de l'Inde, et qui s'exploitent à peu près de la même manière : ces terrains sont répandus le long d'une chaîne de montagnes qui s'étend depuis la ville *do Principe* jusqu'à la *Serra do Grammagoa*, sur une longueur de plus de cinquante lieues. La terre à diamant porte dans ce pays le nom de *Cascalho* : elle contient, outre le diamant, de l'or et du platine en grains; des cristaux d'anatase, de rutile, de brookite, de topaze, de tourmaline, de zircon, d'étain oxydé; du fer titané, du fer magnétique, de l'oligiste, de la limonite, et des fragments de diorite, de micaschite et de grès itacolumite. On la tire principalement du lit des rivières à l'époque des basses eaux.

C'est sous un hangar de forme oblongue qu'a lieu le lavage, au moyen d'un courant d'eau que l'on fait arriver dans de grands baquets inclinés, à chacun desquels est attaché un nègre laveur. Des inspecteurs, placés sur de hautes banquettes, surveillent l'opération. Lorsqu'un nègre a trouvé un diamant, il frappe des mains pour avertir l'inspecteur le plus voisin, qui reçoit le diamant, et le dépose dans un petit tuyau de bambou, ou dans une gamelle placée près de lui. On a établi des primes

en faveur de ces nègres, d'après la grosseur des diamants qu'ils découvrent. Pour un diamant de seize carats (80 grains), ils obtiennent leur liberté. Malgré ces mesures, il se fait une contrebande, qu'on évalue au tiers du produit, et qui porte sur les diamants les plus gros et les plus volumineux. C'est le long des deux principales rivières du district des diamants, le Rio Pardo et le Rio Jequetinhona, et surtout à Mandanga, et près de Tejuco, au nord de Villarica, que cette exploitation est plus active. On trouve aussi des diamants dans les arrondissements du *Rio de S. Francisco, Rio de S. Antonio, Rio de Abaïthe, Rio de Prata,* et *Rio Indaia.* Dans la province de Saint-Paul, le *Rio Tibagi* des *Campos de Guarapuava* en fournit aussi une certaine quantité. Enfin, on en a découvert un nouveau gisement, qu'on dit très-abondant, à Sincura, dans la province de Bahia.

En 1839, on a fait au Brésil, pour la première fois, la découverte importante du diamant dans sa position originaire, au milieu des grès itacolumites, et des psammites ou grès proprement dits qui les recouvrent, dans la Serra do Grammagoa. On a prétendu que tous les diamants qui se trouvent dans les grès supérieurs sont des cristaux parfaits à faces planes; tandis que ceux qui sont dans l'itacolumite ont leurs faces et leurs arêtes arrondies. Cette observation a besoin d'être confirmée : elle tendrait à faire croire que la même cause qui, selon les partisans du métamorphisme, aurait changé les grès inférieurs en itacolumites, aurait agi en même temps sur les diamants, pour en altérer la forme. Jamais les diamants trouvés en place dans les roches solides ne sont enveloppés d'une croûte terreuse, comme ceux que contient le Cascalho. On a aussi observé l'or et le platine en place dans des schistes cristallins auxquels se rattachent les grès itacolumites des provinces de Saint-Paul et de Minas-Geraes, en sorte qu'il paraît bien démontré aujourd'hui, que les terrains aurifères et à diamant du Brésil doivent leur origine à la destruction des roches de micaschistes, de schiste quarzeux et ferrugineux (Eisenglimmerschiefer), d'itacolumite et de grès, qui constituent les montagnes environnantes, et qui sont traversées par des masses de diorite.

En 1831, on a découvert des diamants en Europe, sur les pentes occidentales de l'Oural, dans les sables aurifères des gouvernements de Perm et d'Orenbourg, à peu de distance de Bissersk, d'Iékatherinebourg, et de Kuschwinsk, dans les possessions de la comtesse Pollier. Le terrain arénacé y repose sur

dès calcaires ou dolomies, ou sur des diorites et syénites porphyroïdes. Les diamants qu'on y a trouvés, dans l'espace de quatre à cinq ans, ne vont pas au-delà d'une quarantaine, en sorte que cette découverte, fort intéressante sous le rapport géologique, n'a jusqu'ici qu'une très-faible importance au point de vue industriel.

Enfin, on cite encore, comme ayant présenté accidentellement des diamants, le sable d'une rivière de la Caroline du nord, en Amérique; et celui du Rummel dans la province de Constantine, en Algérie; mais ce dernier fait mérite confirmation.

Annotations.

Les anciens connaissaient le diamant; mais comme ils ignoraient l'art de le tailler, ils ne recherchaient que les diamants naturels, doués d'un éclat et d'une transparence remarquables: dans cet état, ils avaient plutôt le mérite de la rareté que celui de l'agrément. Pline a décrit assez bien la forme ordinaire du diamant, qu'il a comparée à deux toupies réunies en sens contraires. Il était fort loin de soupçonner la combustibilité de ce corps, qu'il regardait comme complètement inattaquable par la chaleur. C'était cette prétendue résistance du diamant à l'action du feu et de l'air, jointe à sa dureté, dont les anciens se faisaient une idée très-fausse, qui lui avait fait donner le nom d'*Adamas*, dont la signification est *indomptable* (1).

Le diamant est certainement la substance qui jouit au plus haut degré de toutes les qualités qui font les pierres précieuses; par ses caractères extérieurs, il vient se placer à côté des gemmes les plus limpides, les plus brillantes et les plus dures, tandis que sa composition le classe parmi les charbons, qui sont des corps opaques, noirs et friables. C'est bien le cas de redire, après Haüy, que le proverbe : *les extrêmes se touchent*, n'a jamais été plus vrai.

Newton avait émis l'opinion que ce minéral devait être une substance inflammable, avant que les académiciens de Florence eussent vérifié cette conjecture, en exposant des diamants au foyer d'une grande lentille. Il avait remarqué que les corps les

(1) Suivant Pline, le diamant résistait au feu et à l'acier, à un tel point que le premier ne parvenait même pas à l'échauffer (nunquàm incalescens); et que frappé sur une enclume avec un marteau d'acier, il repoussait le coup (respuens ictum) et faisait voler celui-ci en éclats ou pénétrait dans l'enclume, plutôt que de se briser sous le choc.

ses étaient au nombre de ceux qui réfractent le nt la lumière, et que la grande réfringence du dia- le plaçait sous ce rapport à côté de l'huile de térébenthine du soufre. Mais Haüy nous semble avoir un peu trop vanté la ité dont Newton fait preuve en cette occasion. La vérité la conjecture de l'illustre savant était des plus hasardées, que de nos jours elle eût paru fort peu vraisemblable. Il en effet des substances naturelles qui ont presque le pouvoir réfringent que le diamant, et qui ne sont nulle- de ture combustible : tel est l'anatase, par exemple.

s de Boot, qui publia en 1609 son Traité des pierres s, eut le premier l'idée que ce minéral pouvait bien ne pierre, mais un corps inflammable. Boyle, au rap- ckel, soumit en 1673 un diamant à l'action d'une érature, et crut remarquer dans cette opération qu'il di it en partie en une vapeur âcre. C'est aussi vers le s que Newton émit la conjecture dont nous avons lé. is il ne paraît pas qu'aucune de ces indications çonner aux minéralogistes du temps la véritable du diamant. Macquer et Bergmann furent les premiers prou ent que le diamant était réellement combustible, uvoir faire connaître ni la cause ni le résultat de on ; ils remarquèrent qu'il brûle, en s'entourant ne légère. C'est aux travaux successifs de Lavoisier, Tennant, de Guyton de Morveau, d'Allen et de s, et enfin de sir Henry Davy, qu'on doit la connaissance la nature du diamant : avant Lavoisier, on n'avait pas 'idée de le brûler en vases clos, et de recueillir le produit de stion ; les expériences de Lavoisier nous apprirent que duit était de l'acide carbonique. Mais depuis ces premières ences de combustion, jusqu'à celles qui furent faites en lieu par Davy, il était resté quelques incertitudes dans opinions qu'on s'était faites sur la véritable composition du . Tantôt on l'a considéré comme du charbon pur, tantôt du charbon oxygéné, tantôt enfin comme du charbon dro . Tous les doutes ont été levés par les recherches de y, q a montré qu'en brûlant dans un excès d'oxygène, le ne fournissait point d'eau, et qu'il transformait une de l'oxygène en acide carbonique, sans en altérer le vo- . Il n'est donc bien réellement que du charbon parfaite-

Diverses opinions ont été émises sur la nature et le mode de formation du diamant. Les uns lui ont attribué une origine organique (Brewster, Liebig, Petzhold), s'appuyant pour soutenir cette opinion, soit sur la supposition qu'il existe dans quelques diamants, comme dans le succin, des cellules ou cavités remplies d'un gaz, qui, au moment de la consolidation du diamant, aurait comprimé et inégalement condensé les couches environnantes; soit sur le fait bien avéré de la formation de cristaux ou de concrétions inorganiques dans les plantes, comme celle du tabasheer dans les tiges du bambou. Cette opinion ne s'accorde guère avec les particularités du gisement de cette espèce, et la présence de certaines matières inorganiques dans l'intérieur de sa masse, matières que l'on retrouve dans ses cendres, lorsqu'on vient à le brûler pour en faire l'analyse : tel est, entre autres, l'acide titanique, reconnu par M. Dumas. D'autres savants assignent au diamant une origine minérale, mais sans oser se prononcer sur la question de savoir s'il est un produit de la voie sèche ou de la voie humide. D'un côté, il paraît peu probable qu'il ait pu cristalliser par fusion, puisque, d'après les belles expériences de M. Despretz, le diamant exposé à une très-forte chaleur éprouve un commencement de fusion et se transforme bientôt en graphite. C'est donc ce dernier corps qui paraît seul capable de se produire aux hautes températures. D'une autre part, on ne connaît pas encore de liquide qui puisse dissoudre le charbon, ce qui ne permet pas de faire des dissolutions de cette matière pour les évaporer ensuite.

Les seules chances de réussir dans la reproduction artificielle du diamant, nous semblent donc pouvoir être offertes, soit par l'emploi de la chaleur électrique, comme dans les curieux essais tentés par M. Despretz (voyez page 129), soit par celui de forces électriques très-faibles et agissant très-lentement, comme dans les expériences de M. Becquerel, soit enfin par des réactions chimiques entre certains composés liquides et volatils de carbone, et des corps capables de leur enlever leurs autres principes, comme dans les expériences de M. Daubrée, qui ont amené la reproduction de la plupart des minéraux des filons stannifères et titanifères. On se rappelle que ces mêmes minéraux se rencontrent parmi les substances que l'on trouve le plus ordinairement associées au diamant, et qui le sont même quelquefois d'une manière fort intime.

Le vif éclat que l'on admire à la surface d'un diamant taillé,

ces fi x étincelants qui jaillissent de son intérieur, tiennent urs causes, dont les principales sont : sa grande réfrine, et sa transparence parfaite. C'est à tort que la plupart des s attribuent ces effets à l'intensité de sa force dispersive : p voir dispersif a une valeur fort ordinaire, et inférieure de beaucoup d'autres substances, telles que le spinelle, le con, les sulfate et carbonate de plomb, et même le flint-Les substances qui réfractent le plus fortement la lumière aussi celles qui la réfléchissent le plus abondamment à leur ace; or, la réfraction moyenne du diamant est plus forte que le de tous les autres corps de transparence égale. D'un autre son indice de réfraction est considérable, quoique moindre lant que celui de l'anatase, et de plusieurs autres espèces; c séquent, dans le diamant, l'angle limite de la réfraction très-petit, ce qui revient à dire que le champ dans lequel le changement de la réfraction en réflexion totale est étendu. C'est cette réflexion totale de la lumière transmise à la surface inférieure du diamant, qui donne à ce corps tant d'éclat; car cette espèce de réflexion, lorsqu'elle a lieu à la seconde surface d'un morceau de verre, est déjà si intense qu'on l'a comparée à celle des miroirs métalliques les plus polis. La grande transparence du diamant, en rendant son pouvoir d'absorption excessivement faible, est aussi une des causes qui influent le plus sur la vivacité de son éclat; l'anatase, l'argent rouge, et le chromate de plomb, qui ne le cèdent point au diamant sous le rapport de la réfraction, produisent infiniment moins d'effet à la lumière, parce que ce sont des corps colorés, très-absorbants, et par conséquent d'une faible transparence. On sait que si l'angle réfringent, formé par deux faces opposées d'un corps transparent, a une valeur au moins double de l'angle limite, aucun des rayons entrés par la première face, ne peut émerger par la seconde, et tous sont renvoyés, sans rien perdre de leur intensité : or, la disposition des facettes que fait naître le lapidaire sur le diamant, est telle qu'elle tend à réaliser le plus complètement possible cette condition du phénomène, en sorte que le diamant doit en partie ses plus beaux effets à la forme artificielle qu'on a su lui approprier convenablement.

Les anciens, comme nous l'avons dit, ne connaissaient point l'opération de la taille; ils n'employaient jamais que des diamants bruts, montrant leur poli naturel, et souvent les angles de leur forme cristalline, ce qui les faisait appeler des diamants

à pointes naïves. La taille du diamant est une invention moderne, qui ne remonte qu'à l'année 1476. Un jeune homme de Bruges, Louis de Berquen, imagina d'employer pour cette opération la poussière même du diamant, obtenue par le frottement naturel de deux corps de cette espèce. Cette poudre est connue sous le nom d'*égrisée*. Le premier diamant taillé par ce moyen a été acheté par Charles-le-Téméraire, duc de Bourgogne, qui donna à l'inventeur du procédé une récompense considérable. Dans cette opération, le lapidaire profite souvent de la propriété qu'a la pierre de se laisser *cliver*. Il est certains diamants qui résistent au lapidaire et qu'il est impossible de tailler; ce sont ceux qu'on appelle *diamants de nature*. Ils sont réservés pour les vitriers, ou bien broyés et pulvérisés dans un mortier d'acier, de même que tous les diamants de rebut. Ces diamants de nature sont généralement des macles, formées de plusieurs cristaux enchevêtrés les uns dans les autres. On a cru remarquer que quelques-uns de ces diamants, impropres à la taille et au clivage, offraient une sorte d'écorce extérieure, plus dure que le diamant ordinaire.

Parmi les différentes manières de tailler le diamant, il en est deux principales que l'on appelle la taille *en brillant*, et la taille *en rose*. Dans la première, qui convient aux pierres épaisses, on fait naître du côté supérieur une large face, que l'on nomme *la table*, et que l'on entoure de facettes très-obliques; le dessous, qui est *la culasse*, se compose de facettes symétriques, allongées, qui tendent à se réunir en une arête commune, ou en un point commun. Dans la taille en rose, le dessous du diamant est plat, le dessus s'élève en dôme taillé à facettes.

Les diamants sont fort rares dans la nature : le Brésil, qui depuis un siècle fournit presque tous ceux que réclament les besoins du commerce, n'en produit annuellement qu'une quantité du poids de six à sept kilogrammes, qui ont coûté plus d'un million de frais d'exploitation; aussi cette matière, même à l'état brut, est-elle toujours fort chère. Sa haute valeur dans la bijouterie dépend sans doute en partie de son extrême rareté; l'estime que l'on a pour cette belle pierre est fondée des qualités réelles, qu'aucune autre substance ne présente même degré. Le diamant est à la fois le plus dur et le plus lant de tous les corps doués de transparence; e naturels pourraient peut-être rivaliser avec lui, sous le r de l'éclat, s'ils étaient incolores, mais ils lui seraient bien i rieurs du côté de la dureté. On fait avec du strass, sorte de

chargé d'oxyde de plomb, des diamants artificiels, qui sont très-étincelants à la lumière des bougies, mais que la moindre poussière raie; ils ne peuvent lutter avec le vrai diamant, qui seul a le privilége de vieillir sans rien perdre de sa beauté, ni de son prix. Sa dureté est la sauve-garde de son poli et de son éclat, qui sont inaltérables.

Les diamants, qui ne sont pas susceptibles d'être taillés, se vendent à raison de 32 fr. (prix moyen) le carat, ou de 156 fr. le gramme. Le carat est dans la vente du diamant une unité de poids, qui vaut environ 4 grains (anciennes mesures), ou 0gr.205 (1). Quand les diamants peuvent être taillés, et que leur poids est au-dessous d'un carat, ils se vendent bruts à raison de 50 fr. le carat (65 fois la valeur de l'or). Mais quand leur poids dépasse un carat, leur prix augmente considérablement, leur valeur commerciale dépendant à la fois de leur degré de perfection et de leur grosseur. Les diamants sont en général d'un petit volume; les diamants d'une belle eau et d'un poids un peu fort sont excessivement rares. Pour les diamants bruts, susceptibles d'être taillés, le prix augmente proportionnellement au carré du poids; mais ceux qui sont taillés ont un prix beaucoup plus élevé, à cause de la main-d'œuvre, de la perte de poids et des chances à courir. On estime la perte qu'un diamant éprouve par la taille, à la moitié de son poids pris brut, en sorte que pour connaître la valeur d'un diamant travaillé, il faut commencer par doubler leur poids évalué en carats; on l'élève ensuite au carré et on multiplie par le prix courant d'un carat. Voici, d'après M. Dumas, un tableau approximatif des prix du diamant taillé, tels qu'ils sont de nos jours :

Le diamant de	1	carat.	200	à	250 fr.
	2	id.	650	à	800
	3	id.	1600	à	2000
	4	id.	2400	à	3000
	5	id.	4000	à	6000

Lorsque les diamants sont d'une grosseur remarquable, leur prix augmente suivant une proportion beaucoup plus rapide. On n'en connaît que quelques-uns dont le poids ait dépassé

(1) D'après Jacques Bruce, le mot *carat* ou *karat* viendrait d'une érythrine, [illegible]te de la famille des Légumineuses, nommée *kouara*, en Afrique, et dont [illegible]nes, petites fèves rouges avec un point noir, sont employées dans des p[illegible] peser les perles et les diamants.

100 carats. Avant la découverte de l'*Etoile du Sud*, dont nous parlerons bientôt, le plus considérable de ceux qu'on avait trouvés au Brésil, ne pesait que 95 carats; ce diamant vient du Rio de l'Abaïte, et appartient au roi de Portugal. Il n'a pas été taillé, et a conservé sa forme octaèdre naturelle.

Presque tous les gros diamants, que l'on appelle *diamants princiers* ou *diamants parangons*, viennent des mines de l'Inde. Ils sont si rares, qu'on les connaît à peu près tous; et c'est tout au plus, si l'on en découvre un dans l'espace d'un siècle. Voici les plus célèbres, sous le rapport du volume : 1° Le diamant du Rajah de Mattan, à Bornéo. Il pèse 367 carats, plus de 75 grammes. Il est, dit-on, de la plus belle eau. 2° Celui du Grand-Mogol, qui pesait après avoir été taillé, 279 carats, et était gros comme la moitié d'un œuf de poule. Ce diamant, qui a été vu par le voyageur Tavernier, a été évalué par lui à 12 millions. 3° Le diamant connu dans l'Inde, sous le nom de *Koh-i-noor* (montagne de lumière) : ce diamant a appartenu à Shah Soodjah, roi de Caboul; le fameux Runjeet-Sing, roi de Lahore, s'en est emparé, et des mains de son successeur Hira-Sing, il est passé entre celles de la compagnie des Indes, qui en a fait don à la reine d'Angleterre. Ce beau diamant a figuré à l'Exposition universelle de Londres, en 1851; il a vivement attiré l'attention publique. Il pesait alors 186 carats; mais, sa taille étant défectueuse, on l'a taillé de nouveau, et son poids a été réduit à 122 carats. 4° Le diamant de l'empereur de Russie, d'une belle eau, mais d'une taille défectueuse, et qui pèse 195 carats. Il est de forme ovale, et de la grosseur d'un œuf de pigeon. Après avoir orné le trône du Shah Nadir, il a été mis dans le commerce et vendu par un américain à l'impératrice Catherine II, après de longues négociations, moyennant une somme de 2,000,000 comptant, une pension viagère, et des lettres de noblesse. 5° Celui de l'empereur d'Autriche, qui a appartenu au duc de Toscane, et qui pèse 139 carats; il est évalué à 2,600,000 fr. 6° Celui de la couronne de France, qui est connu sous le nom du *Pitt* ou du *Régent*, parce qu'il fut acheté sous la minorité de Louis XV, d'un anglais nommé Pitt, par le duc d'Orléans, alors régent. Il fut payé 2,500,000 fr.; mais on assure qu'il vaut le double de ce prix, en raison de sa forme heureuse et de sa parfaite limpidité. Il est taillé en brillant, et pèse 136 carats. Il en pesait 410 avant d'être taillé, et a coûté deux années de travail. 7° Le nouveau *Koh-i-noor* ou l'*Etoile du Sud*, le plus gros des diamants limpides

trouvés au Brésil. Il vient de la mine de Bogagem, dans la province de Minas Geraes. Il pesait 254 carats avant la taille, et se trouve réduit maintenant à 125.

Les usages du diamant sont assez importants, même quand on ne le considère plus comme objet de parure. Sa poudre est employée pour polir les pierres fines; son extrême dureté le rend préférable à toute autre matière, pour former les pivots des pièces d'horlogerie délicates qui deviennent par là inaltérables. On sait enfin que les vitriers se servent des diamants de nature, pour couper le verre. Wollaston a fait une observation curieuse à ce sujet. Il a remarqué que les corps durs, tels que le corindon et même le quarz, lorsqu'ils sont taillés en un coin tranchant à faces planes, rayaient mais ne fendaient pas le verre, et qu'ils acquièrent cette dernière propriété, lorsque par la taille ou par la cassure ils offrent des fragments cunéiformes à faces et arêtes curvilignes; en sorte qu'il paraît que le diamant est redevable de la propriété de couper le verre, à la courbure naturelle de sa forme extérieure. Ce coin à faces courbes, passé sur le verre le long d'une règle bien droite, ne se borne pas à y tracer une ligne très-fine: elle rend encore le verre cassant, suivant cette direction, en sorte qu'il suffit d'appuyer sur les parties du carreau que sépare cette ligne, pour que le verre se casse avec beaucoup de facilité.

2e Espèce. Graphite.

Syn.: *Plombagine; mine de plomb; carbure de fer; fer carburé.*

Caractères essentiels.

Composition définie : C, carbone pur.
Forme fondamentale : le prisme hexagonal régulier?

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Le graphite se présente assez rarement sous des formes régulières, qui sont des prismes hexaèdres réguliers très-courts, modifiés par une facette sur chacun des bords de la base, et quelquefois sur les arêtes verticales; ces formes, qui offrent généralement l'apparence de tables ou de lamelles hexagonales, manquent de la précision qui serait nécessaire pour leur détermination rigoureuse: il se pourrait même qu'elles ne fussent que de simples pseudomorphoses. Ce qui aug-

mente encore nos doutes sur la cristallisation ... les observations de MM. Clarke et Nordenskiöld, qui ... n avoir trouvé que la base est inclinée à l'axe, et q ... plans de cette base diffèrent de 120°. Malgré c ... la p des cristallographes allemands sont d'accord p ... consid au moins provisoirement, ces cristaux comme d ... vant prisme hexagonal régulier, et comme appartenant réelle ... l'espèce dont il s'agit ici. Dans cette hypothèse, la division lamelleuse à laquelle se prêtent quelquefois ces cristaux, peut être prise pour un véritable clivage, qui aurait lieu d'une manière assez nette parallèlement à la base.

PHYSIQUES. — *Densité.* 1,8 à 2,4. — *Dureté:* entre 1 et 2. Tendre, rayée par presque tous les corps, et tachant les doigts; flexible, lorsqu'il est en lames minces; doux et gras au toucher.

Cassure : généralement écailleuse, quelquefois compacte.

Aspect extérieur : opaque; ayant un éclat métallique, et une couleur d'un noir de fer ou d'un gris d'acier foncé. Poussière noire.

CHIMIQUES. — Fusant avec le salpêtre; brûlant très-difficilement au feu d'oxydation du chalumeau. Ne donnant aucune matière volatile à la distillation, et ne contenant aucune trace d'hydrogène dans sa composition.

Comme il laisse presque toujours après sa combustion une certaine quantité de cendre, qui contient beaucoup de fer, un peu d'oxyde de titane, de silice et d'alumine, on a pensé pendant longtemps que c'était une combinaison de charbon et de fer, un fer percarburé; mais les recherches de M. Karsten ont prouvé que le graphite n'était que du carbone, dans un certain état d'aggrégation, et mélangé accidentellement de particules étrangères; que le fer entre autres ne pouvait y être chimiquement combiné, puisque le graphite en poudre qu'on laisse digérer avec de l'acide chlorhydrique ne développe aucune trace d'hydrogène, et que l'acide contient le fer dont il s'est emparé à l'état de ferrate d'oxidule. On connaît d'ailleurs aujourd'hui du graphite naturel, qui donne à peine quelques traces de cendres, quand on le brûle : tel est celui de Barreros, au Brésil. Enfin, on sait que le fer, dont la quantité a varié beaucoup dans les graphites qui ont été analysés, est tout-à-fait nul dans les graphites artificiels, qui se forment pendant le traitement des minerais de fers dans les hauts-fourneaux. Ces graphites ne sont, comme on l'a prouvé, qu'une variété de charbon pur, qui se sé-

pure de la fonte de fer lentement refroidie, et qui cristallise en lamelles micacées, tout-à-fait semblables au graphite naturel pour l'aspect.

	Analyse, par Prinsep, du graphite de Borrowdale, en Angleterre.		De l'Hymalaya.	De Ceylan (variété cristallisée).
Carbone.	53,4	. . . . .	71,6	 94,0
Fer.	7,9	. . . . .	5,0	. . . . »»
Chaux et alumine.	36,0	. . . . .	8,4	 6,0
Eau.	2,7	Silice. .	15,0	. . . . »»
	100,0		100,0	100,0

VARIÉTÉS. 1. *Graphite cristallisé*, en petites lames hexagonales, modifiées sur leurs arêtes ou sur leurs angles. A Ticonderoga, New-York et Rhode-Island, dans l'Amérique du Nord, au Groenland ; à Pargas, en Finlande ; à Ceylan, etc.

2. *Graphite écailleux*, en petites lames ou écailles brillantes, d'un blanc d'étain, entassées confusément les unes sur les autres.

3. *Graphite schistoïde*, composé de feuillets ordinairement courbes, qui se détachent difficilement, et cependant permettent la division de la masse dans le sens parallèle à leur stratification. A Passau.

4. *Graphite terreux ou compacte*. En masses grises ou d'un noir mat, à grains très-fins, prenant de l'éclat par le frottement. C'est surtout cette variété que l'on emploie dans les arts. A Borrowdale, en Cumberland.

5. *Graphite incrustant*. — En enduit, ou en pellicules superficielles à la surface ou dans les fissures des roches quarzeuses. Vallée de Chamouny, en Savoie.

Gisements. — Le graphite se rencontre généralement dans les terrains de cristallisation, granitoïdes et schisteux, surtout dans ceux qui sont stratifiés, comme les terrains de gneiss, de miscaschistes, de calcaire saccharoïde et de schiste argileux; il y est disséminé sous la forme de rognons, de lamelles, de veinules ou de petits lits, et semble, dans un grand nombre de roches schisteuses, avoir pris la place du mica ou du talc. Il recouvre ou pénètre quelquefois certains schistes, auxquels il donne une couleur grise ou noire, un éclat plus ou moins métalloïde, et la propriété de tacher. On le trouve aussi dans de véritables roches de sédiment, telles que des psammites (au Giebichenstein, près de Halle en Saxe; à Cumnock, dans l'Ayrshire, en Ecosse); mais c'est toujours alors dans le voisi-

nage des roches éruptives ou métamorphiques, et souvent dans celui des grands dépôts d'anthracite ou de houille.

On a observé le graphite au milieu du granite, dans les Pyrénées, aux monts Labour et Barbarisia, et près d'Ursovia ; en Savoie, au mont de Fouilly, dans la vallée de Chamouny ; et à Ticonderoga, dans l'état de New-York, aux Etats-Unis. — Dans la syénite, à Pinheiro, en Portugal ; à Friederichswärn, en Norwège ; et dans l'état de New-York. — Dans les porphyres, ou les traps amygdalaires, au Harz et en Angleterre. — Dans les serpentines ou diorites, aux environs de Barèges, dans les Pyrénées. — Dans le gneiss, à Hafnerzell et Griesbach, près Passau, en Bavière ; dans les Alpes du Saint-Gothard ; à Ceylan ; à Baltimore et dans le Massachusetts, aux Etats-Unis d'Amérique. — Dans le micaschiste, en Écosse et aux États-Unis. — Dans les phyllades intermédiaires, près de Morlaix, en France ; à Borrowdale, en Cumberland, dans des filons qui traversent des schistes ardoisiers, et des masses de porphyres pétrosiliceux : il y est associé au spath brunissant et au quarz. — Dans les schistes cristallins de l'époque jurassique, avec les anthracites des Alpes, au Col du Chardonnet. — Dans les calcaires blancs saccharoïdes, à Wunsiedel en Bavière, à Pargas, en Finlande, au Vésuve ; en Pensylvanie, et dans les états de New-York et de New-Jersey, en Amérique.

De Bournon a observé un graphite naturel, qui, ayant été chauffé sur place par une houillère embrasée, en Ecosse, s'était divisé par le retrait en petites colonnes à plusieurs pans.

Annotations.

Le graphite a, par sa forme, son aspect et sa manière d'être la plus ordinaire, de grandes analogies avec la molybdénite ou le sulfure de molybdène. Indépendamment des caractères chimiques, tels que la coloration de la flamme du chalumeau en vert, et l'odeur sulfureuse, qui feront toujours reconnaître facilement le sulfure de molybdène, on a un moyen bien simple de distinguer ces deux corps d'une ressemblance si parfaite. Passé avec frottement sur le papier ou sur un test de faïence ou de porcelaine blanche, le graphite y laisse des traits plus ou moins nets, qui sont de sa propre couleur, c'est-à-dire d'un gris particulier que tout le monde connaît, puisque c'est celui du crayon ordinaire ; la molybdénite produit sur les mêmes substances, des traits d'une teinte verdâtre.

Usages. — Le principal emploi du graphite, est de servir à la fabrication des crayons dits de mine de plomb. Celui de Borrowdale en Angleterre, qui est d'une finesse et d'une pureté extrêmes, est la variété la plus propre à cet usage, et la seule qu'on puisse employer pour les crayons fins. On n'a besoin de lui faire subir aucune préparation : il suffit de le scier en baguettes carrées, excessivement minces, que l'on introduit ensuite dans des rainures creusées dans du bois de cèdre, de genèvrier ou de cyprès. Ces crayons simples sont rares, et toujours fort chers : leurs qualités essentielles sont de se laisser tailler sans se briser, d'être à la fois moelleux et fermes. La poussière qui provient de la préparation des baguettes, broyée avec de la gomme ou de la colle de poisson, sert à composer des crayons communs, qui ont moins de tenacité, mais qui sont encore assez bons, lorsqu'ils ont été fabriqués avec du graphite bien pur. Après les crayons de graphite anglais, ceux qui méritent la préférence se confectionnent avec les variétés de graphite que l'on tire de Passau en Bavière. La principale exploitation de graphite en France existe dans le département de l'Ariège : le graphite s'y trouve en grosses masses compactes. On en exploite aussi en Piémont et en Espagne. C'est toujours avec le minéral réduit en poudre et mêlé à des matières agglutinantes, que se font les crayons dans ces divers pays; on y ajoute quelquefois du sulfure d'antimoine. Ces crayons sont durs et ne présentent jamais cette finesse que l'on recherche dans les crayons anglais.

Mêlé avec de l'argile, le graphite de Bavière sert à former les creusets dits *creusets de mine de plomb* ou *creusets noirs de Passau*, qui résistent bien au feu et sont particulièrement employés par les fondeurs en cuivre. Broyé avec de la graisse, il forme une espèce de pommade onctueuse, qui sert à adoucir le frottement des engrenages; on en frotte la fonte et la tôle, pour les préserver de la rouille; on en couvre les poêles de terre, afin de leur donner l'aspect de la fonte; enfin on l'emploie à vernisser la grenaille ou le plomb à giboyer, et l'on soupçonne qu'il entre dans la composition du vernis particulier dont les Anglais se servent pour garantir leurs canons et leurs caronades de fer, de l'action de l'air et de la pluie.

APPENDICE. — CHARBONS FOSSILES.

On sait qu'il existe dans l'intérieur de la terre des masses énormes de matières combustibles, d'une importance immense pour les arts métallurgiques et les diverses branches de l'industrie. Ces combustibles minéraux, ou plutôt fossiles, sont connus sous les noms d'*anthracite*, de *houille*, de *lignite* et de *tourbe*. Leur étude appartient, presque exclusivement, à la géologie et à la chimie : ce n'est que par une sorte d'habitude et de tolérance qu'on les range encore parmi les espèces minérales pro ment dites, dans les classifications qui se rapportent au règne i r nique, car ils échappent entièrement aux règles ordinai spécification, ne possédant en eux-mêmes ni traces de struc cristalline, ni composition chimique définie. Ils ont tous é demment une origine organique, et proviennent de végét enfouis, dont les détritus, accumulés et tassés sous les eaux, subi une décomposition spontanée, une sorte de pourriture h mide, et sont arrivés avec le temps, et sous certaines conditi s de pression et de température, à un état d'altération moins avancée, qui fait seul aujourd'hui leur différence.

En effet, si l'on vient à comparer attentivement leurs propriétés et leur composition chimique, à celles du bois, comme l'a fait M. Regnault, on reconnaît sans peine qu'on peut ordonner la série de leurs variétés de telle sorte, que l'on passe par degrés du bois à la tourbe, de la tourbe au lignite, du lignite à la houille, et de celle-ci à l'anthracite.

Dans les tourbes et dans les lignites, qui appartiennent aux terrains modernes et aux terrains tertiaires, la structure organique est souvent conservée d'une manière si parfaite, qu'on ne peut élever aucun doute sur leur origine végétale ; mais, dans les combustibles des terrains plus anciens, on ne reconnaît plus en général les traces de l'organisation primitive ; on ne trouve plus en eux que des masses noires, brillantes, compactes ou schisteuses, donnant une poussière d'un noir plus ou moins brun : ce sont les houilles et les anthracites. Ils sont rares dans les terrains secondaires, où on les rencontre parfois dans les étages moyens (terrains triasique et jurassique) ; mais ils sont très-abondants dans les terrains primaires ou de transition, et leur présence est même si fréquente dans les parties supérieures de ces terrains, que ces étages sont généralement connus sous

... de ... anthraxifère et de terrain houiller, la houille ... té... it ... s ... ticulièrement le plus élevé de ces étages, et l'a... te se... contrant d'ordinaire dans l'étage immédia-t...

... qu'... gén... la structure propre aux plantes ne soit plus ... le dans ces deux sortes de combustibles, cependant ... ro... ine ... n'est pas douteuse : car, outre qu'on a pu ... lq... is ... la houille même des traces d'organisation à ... le ... m... oscope, on trouve habituellement dans les cou-... de grès et de schiste qui accompagnent les bancs de houille, ... dans les feuillets schisteux qui souvent alternent avec de houille proprement dite, des empreintes de plantes tel-... nt ... es, qu'il a ... facile aux botanistes d'indiquer les fa-... q... es ... appartiennent, et de rétablir en quelque ... la ... d... époques anciennes. On trouve même souvent ... es ... n... , de véritables tiges dont les parties ligneuses, où ... it encore tous les caractères de l'organisation végétale, sont ... iellement changées en un charbon parfaitement semblable à celui qui forme des couches au-dessus ou au-dessous.

On voit combien, à raison de cette communauté d'origine qui les rapproche, il peut être utile d'étudier parallèlement et d'une manière comparative, les différentes espèces de combustibles minéraux. Ce travail a été fait avec beaucoup de soin par M. Regnault; ce chimiste a fait voir que l'analyse élémentaire de ces combustibles rend facilement compte de leurs diverses propriétés, et peut indiquer les usages auxquels chacun d'eux se prête le mieux.

Tous sont formés, en général, d'un élément fixe (le carbone), auquel se joint une quantité plus ou moins grande d'éléments gazeux (hydrogène et oxygène). Les houilles renferment aussi de l'azote, mais en proportion généralement très-faible. Les diverses propriétés de ces combustibles dépendent des quantités, tant absolues que relatives, des deux premiers éléments gazeux, l'oxygène et l'hydrogène. A mesure que le combustible est plus ancien, ou la décomposition de la matière organique plus avancée, la proportion de ces deux gaz diminue graduellement, et la quantité de carbone augmente. De plus, la quantité d'oxygène diminue du bois à la tourbe, de la tourbe au lignite, à la houille et à l'anthracite, tandis que la quantité d'hydrogène demeure à peu près constante pour tous ces combustibles. Il suit de là qu'un combustible est d'autant plus moderne, qu'il contient plus

de gaz et que le rapport de l'oxygène à l'hydrogène est plus élev
Au contraire, plus il s'éloigne de l'époque actuelle, plus il
riche en carbone, et par conséquent son pouvoir calorifiq
croît d'autant, car la chaleur produite dépend de la quanti
de carbone contenue dans un poids déterminé de combustibl

Les combustibles dont nous parlons, peuvent se distingu
entre eux par les différences qu'ils présentent, lorsqu'on les co
sidère sous les divers points de vue de la composition élémen-
taire, de la distillation en vases clos, de la calcination à l'ai
pendant huit à dix minutes, et enfin de la combustion prolongée
C'est ainsi que M. Regnault a procédé dans son travail, étudian
avec soin les substances gazeuses qui se dégagent pendant la
première opération, et la nature du coke qu'elle fournit, éva-
luant la perte en matières volatiles, qui a lieu pendant la seconde,
examinant les caractères particuliers de la combustion, et des
cendres qui en proviennent. Nous donnons dans le tableau sui-
vant le résumé des principaux résultats qu'il a obtenus.

ANTHRACITES. (Houilles anthraciteuses ; houilles sèches sans flammes ou à très-courtes flammes.)	92 à 95.	2 à 3 0/0.	3 à 4 0/0.	pulvérulent.	presque nulles.	5 à 10 0/0.	Brûlent presque sans flamme ni fumée; s'allument difficilement.	presque nulles.	Servent pour les fonderies, les verreries et les fours à chaux.
HOUILLES.	75 à 90.	5 à 6.	6 à 18.		Matière bitumineuse (ou goudron). Gaz inflammables. Eau et ammoniaque.	20 à 40.	Brûlent avec flamme blanche, fumée noire et odeur bitumineuse, le plus souvent en fondant et en se boursouflant.	Cendres scoriacées.	
— grasses et fortes.	88 à 90.	5.	6.	Coke dur, peu boursouflé.		20 à 25 0/0.			Houilles des hauts-fourneaux.
— grasses à courtes flammes....	86.	5.	7.	Coke très-boursouflé.		25 à 30.			Houilles maréchales.
— grasses à longues flammes.	82.	5 à 6.	8 à 12.	Coke poreux, moins boursouflé.		30.			Houilles des fourneaux à reverbères, des foyers ordinaires et des usines à gaz.
— sèches à longues flammes....	75.	5 à 6.	16 à 18.	Coke fritté non boursouflé.		40.			Houilles des chaudières d'évaporation.
LIGNITES.	60 à 75.	5 à 6.	20 à 30.	charbon semblable à celui du bois.	Matière bitumineuse, eau, acide acétique.	50 à 70.	Brûlent avec flamme, fumée noire et odeur bitumineuse, sans boursoufflement.	Cendres semblables à celles de nos foyers.	Servent pour le chauffage, pour la cuisson des briques et de la chaux.
TOURBES.	60.	5 à 6.	34.	Braise très-légère.	matière huileuse, acide acétique.	60 à 70.	Brûlent avec ou sans flamme, et avec odeur et fumée d'herbes sèches.	Cendres légères.	Servent pour le chauffage.
BOIS.	50.	6.	44.						

Des quatre combustibles que nous venons d'ét ... tivement, c'est la houille qui est le plus important, ...lle est plus abondamment répandue, qu'elle donne à poids beaucoup plus de chaleur que le bois ou charbon ordinaire, et que ses variétés nombreuses peuvent être assorties à une fo... d'usages dans les arts et dans l'économie domestique. Personne n'ignore en effet que ce combustible est aujourd'hui pour les nations civilisées une source précieuse et intarissable de chaleur, de lumière et de force industrielle. Pendant longtemps, ces trésors de la terre sont restés enfouis dans ses profondeurs, par que les peuples qui les possédaient n'en connaissaient pas valeur. C'est la science seule qui leur en a révélé toute l'im tance, en leur donnant les moyens de les mettre à profit tenant la houille est considérée partout comme l'une des pi cipales substances qui forment la richesse minérale d'un pa Sous ce rapport, elle ne le cède qu'aux minerais de fer; les mi d'or et d'argent ne viennent qu'en troisième ligne.

Au point de vue économique, les anthracites ne sont qu des termes extrêmes de la nombreuse série des houill variété qu'on appelle souvent houille anthraciteuse, ou houille sèche sans flamme. Les houilles ordinaires ou houilles proprement dites n'en diffèrent, comme le montre le tableau précédent, que par la quantité de matières volatiles qu'elles perdent la calcination en plein air. Tandis que la perte de poids qu'éprou de cette manière l'anthracite, ne va qu'à 5 ou 10 p. 100, celle que dans les mêmes circonstances donnent les houilles propremı dites peut aller de 20 à 40 p. 100, selon les diverses qualités. Par la distillation en vases clos, l'anthracite ne fournit presque rien, et se change en un coke pulvérulent : les houilles donnent au contraire à la distillation, outre de l'eau, des gaz combustibles et de l'ammoniaque, une quantité plus ou moins grande de matière bitumineuse ou de goudron minéral. C'est par cette matière bitumineuse dont la proportion est variable, que les houilles se distinguent surtout des anthracites, qui ne sont pour ainsi dire que des houilles sèches sans bitume, et presque réduites naturellement à l'état de *coke* : car, le charbon provenant de la distillation de la houille, et auquel on a donné ce nom particulier, ressemble beaucoup par son éclat métalloïde aux anthracites proprement dits; seulement, il est plus ou moins dur ou poreux, plus ou moins boursoufflé, selon les diverses qualités du combustible.

e co rant comme un des termes extrêmes de la série s, on a donné quelquefois à l'anthracite le nom de s éc ite, à raison de son aspect métalloïde. Cette variété de le a d'ailleurs pour caractères distinctifs, de s'allumer ilement et de brûler presque sans flamme ni fumée, tandis les autres houilles brûlent facilement avec une flamme che, en répandant une fumée noire et une odeur bitumi-s Celles-ci présentent en quelque sorte deux combustions qui se succèdent sans se confondre : la première, qui lue à la substance bitumineuse et aux autres matières vola-, est celle qui se fait avec flamme, fumée et odeur, et qui a résidu le coke; la seconde, qui vient après et ne produit plus qu'une flamme bleue très-courte, est due au coke même, ne laisse pour résidu que des cendres scoriacées. Les an-th cites ou houilles anthraciteuses ne sont susceptibles que de ce dernier genre de combustion.

Les houilles proprement dites dégagent par calcination une quantité plus ou moins grande de matières volatiles et de gaz inflammables. Avant de se décomposer, elles subissent souvent un commencement de fusion : elles se gonflent, et se ramollissent à un tel point que les fragments se collent entre eux, et le charbon restant ou coke présente alors l'aspect d'une masse boursoufflée. C'est cette propriété qui les rend si précieuses pour le travail de la forge du maréchal, car il en résulte qu'il se forme, au-devant de la tuyère des soufflets, une sorte de pont ou de voûte ardente, sous laquelle le fer est également chauffé à l'abri de l'air extérieur.

Par la distillation en vases clos, elles donnent le gaz de l'éclairage, qui se compose d'un mélange d'hydrogène protocarboné, d'hydrogène bicarboné, et de quelques autres gaz. Le pouvoir éclairant des houilles n'est point en rapport direct avec leur faculté calorifique, car il dépend de la quantité de matières volatiles qu'elles renferment : les meilleures houilles pour l'éclairage ne sont donc pas celles qui donnent le plus de chaleur. Le pouvoir calorifique est proportionnel à la quantité de carbone que contient le combustible, plus celle de l'hydrogène qui peut se trouver en excès à l'égard de la proportion nécessaire pour transformer en eau tout l'oxygène. La fusibilité des houilles paraît dépendre aussi du rapport de l'hydrogène à l'oxygène dans les parties volatiles ; elle est d'autant plus grande, que l'excès dont nous venons de parler, est plus considérable.

D'après leurs applications aux arts ou leurs diverses qualités, on peut distinguer parmi les houilles, cinq variétés principales : 1° les houilles sèches, sans flamme ou à courte flamme, *anthracites* ou houilles anthraciteuses : elles sont d'un noir métalloïde, quelquefois irisées à leur surface, et brûlent difficilement, avec une flamme très-courte, sans fumée et sans odeur : leur combustion ne marche bien que quand on les emploie en grandes masses, dans des fourneaux ou sur des grilles qui puissent donner accès à de forts courants d'air. Elles ont l'inconvénient d'éclater au feu, et de se réduire en poussière qui, en se tassant, intercepte le passage à l'air. Elles ne servent que dans les travaux en grand des fonderies, des verreries et des fours à chaux. — 2° Les houil grasses et dures, dont la composition se rapproche le plus de celle des anthracites : elles donnent un coke métalloïde boursoufflé, mais moins gonflé et plus dense que celui des houilles maréchales. Elles sont les plus estimées pour les opérations métallurgiques qui exigent un feu vif et soutenu, et donnent le meilleur coke pour les hauts-fourneaux. — 3° Les houil grasses maréchales, d'un beau noir et d'un éclat gras caractéristique : ce sont les meilleures pour la forge, parce qu'elles sont collantes, et qu'elles produisent une grande élévation de température; leur flamme est courte, leur coke très-boursoufflé. — 4° Les houilles grasses à longues flammes ; elles donnent en général un coke boursoufflé, mais beaucoup moins que celui des houilles maréchales ; elles sont recherchées pour les fourneaux à réverbère, pour le chauffage domestique, et pour la fabrication du gaz d'éclairage. — 5° Les houilles sèches à longues flammes : ce sont celles qui contiennent le plus d'oxygène et se rapprochent le plus des lignites ; elles donnent un coke non boursoufflé et à peine fritté, produisent beaucoup moins de chaleur que les variétés précédentes, et ne sont bonnes que pour la cuisson, et pour les chaudières d'évaporation.

On voit par cette classification des diverses variétés de houille, que les meilleures, qui sont les houilles grasses, occupent le milieu de la série, et qu'elles peuvent passer aux houilles sèches de deux manières, soit en se rapprochant des anthracites par la prédominance de plus en plus grande du carbone, soit en marchant vers les lignites par l'augmentation progressive de la quantité d'oxygène.

La pyrite de fer est souvent disséminée, en quantité plus ou moins grande, dans les bancs de houille, comme elle l'est dans

le lignites : sa présence nuit à la qualité de ce combus-
q alors, devient impropre au traitement des minerais de
t à plusieurs usages économiques. Cette pyrite, par la propriété qu'elle a de se décomposer au contact d'un air humide, tend à désaggréger la houille, et par la chaleur que développe cette décomposition chimique, cause souvent l'inflammation ntanée du combustible, soit dans la houillère même, soit d es magasins où on le conserve. Quelquefois aussi il se dé- urellement des houilles grasses, de l'hydrogène protocarl é, que les mineurs appellent *grisou* ou gaz inflammable (vo ci-dessus page 150), et qui, en se répandant et en s'accu- nt dans les galeries de mines, y donne souvent lieu à de stes explosions, et devient un des plus grands obstacles à l'ex ploitation des houillères.

Les lignites sont des combustibles charbonneux de couleur noire ou brune, provenant de tiges de végétaux ligneux; ils présentent fréquemment dans leur tissu fibreux, des traces évidentes de cette origine. Ils s'allument et brûlent facilement avec flamme, fumée noire et odeur bitumineuse, sans se boursouffler, en donnant un charbon semblable à la braise, et des cendres terreuses analogues à celles de nos foyers. Par la distillation en vases clos, ils dégagent, comme le bois, de l'eau, de l'acide acétique, et une matière bitumineuse, et le charbon qui reste conserve la forme du morceau dont il provient. Ces combustibles sont bons pour le chauffage, comme pour la cuisson des briques et de la chaux.

Les tourbes sont des matières brunes ou noires, présentant un tissu spongieux, dans lequel on reconnaît souvent un entrelacement de parties organiques filamenteuses. Ces matières brûlent facilement avec ou sans flamme, en répandant une fumée et une odeur analogues à celles des herbes sèches, et en abandonnant, après une première combustion, une braise très-légère. Après une combustion prolongée, elles laissent un résidu de cendres légères, qu'on emploie en agriculture pour amender les terres. Les tourbes servent au chauffage domestique, dans les contrées où elles abondent, et elles se prêtent généralement à tous les usages auxquels le bois lui-même peut servir. Souvent on les carbonise dans des fourneaux convenablement disposés, et l'on substitue leur charbon à celui du bois proprement dit.

On sait que les tourbes se forment journellement dans les

marais des zônes tempérées, par l'accumulation et le tassement sous les eaux des débris des plantes herbacées, qui sont continuellement submergées, comme les sphaignes et les conferves. On peut en suivre la formation graduelle, en partant de la surface où les plantes sont encore fraîches et vivantes, et en allant vers les parties inférieures du dépôt, où elles se montrent dans un état d'altération plus ou moins avancé.

Bien que, d'après la comparaison générale que nous venons de faire entre les quatre principaux combustibles fossiles, il demeure évident qu'on ne peut pas voir en eux de véritables espèces minérales, cependant on est dans l'habitude de les présenter et de les décrire comme telles dans les traités minéralogiques, parce qu'ils existent en grandes masses dans l'écorce du globe, au milieu des minéraux proprements dits, et qu'ils y ont été en quelque sorte comme minéralisés par les transformations qu'ils y ont subies. On range donc ces prétendues espèces parmi les substances minérales, au lieu de renvoyer leur histoire à la géologie et à la chimie; on expose séparément leurs caractères généraux, on partage chacune d'elles en variétés, et après cela on indique leurs gisements et leurs applications comme à l'ordinaire. C'est ce que nous allons faire ici pour nous conformer à l'usage, mais le plus brièvement possible, et en évitant de répéter les détails que déjà nous avons donnés sur chacun d'eux dans les considérations qui précèdent.

1. Anthracite.

Syn.: *Glanzkohle, ou houille éclatante; charbon incombustible.*

Substance charbonneuse, très-riche en carbone (environ 90 parties sur 100), et produisant par conséquent beaucoup de chaleur; opaque et brillante, d'un noir vitreux, ou d'un gris noirâtre métalloïde, irisée quelquefois à sa surface; brûlant difficilement, avec une flamme très-courte, sans fumée ni odeur, se réduisant souvent en menus fragments, et s'éteignant à l'instant même où on la retire du foyer, en se couvrant d'un enduit de cendres blanches. Densité : 1,4 à 1,9.

VARIÉTÉS.

1. Anthracite *polyédrique*. En morceaux prismatiques, à faces sensiblement planes, et paraissant avoir quelque régularité.

Cette apparence de formes cristallines est due ici, comme dans les houilles ordinaires, à un retrait subi par la substance charbonneuse.

2. Anthracite *schistoïde*. Divisible en plaques ou feuillets; et produite sans doute par retrait comme la variété précédente.

3. Anthracite *compacte*. Souvent réniforme, c'est-à-dire en rognons ou nodules de forme arrondie, et plus ou moins volumineux.

4. Anthracite *terreux*. En masses friables, ou en enduit noir, presque pulvérulent.

Gisements. — L'anthracite se trouve en couches ou en amas considérables dans les terrains de transition, et notamment dans le terrain dévonien, et dans le terrain carbonifère. C'est ainsi qu'on le rencontre en France dans les départements de la Mayenne et de la Sarthe, et en Angleterre dans le pays de Galles. mais il s'en trouve aussi dans le sol secondaire, au milieu des terrains jurassiques (Alpes du Dauphiné et de la Tarentaise). La région la plus riche en houilles anthraciteuses, est l'Amérique septentrionale. Si l'Angleterre est le pays classique de la houille proprement dite, l'Amérique du nord est celui de l'anthracite : la Pensylvanie, le Connecticut et la Virginie lui sont redevables d'une grande partie de leur prospérité. La production des États-Unis en houilles anthraciteuses est beaucoup plus considérable que ne l'est celle de l'Angleterre en houilles proprement dites.

On rencontre quelquefois l'anthracite dans le terrain houiller proprement dit, et alors on le voit se lier à la houille même par une série de passages insensibles. Dans quelques cas, il semble que la houille a été changée en anthracite, au contact des porphyres et des basaltes, qui sont des roches ignées.

Usages. — Il n'y a pas encore longtemps qu'en Europe, comme en Amérique, l'anthracite était dédaigné comme un charbon imparfait ou incombustible; mais depuis qu'on a appris à s'en servir, on l'estime presque à l'égal de la houille. Ce combustible peut être employé avec succès dans les fonderies, et dans toutes les opérations en grand où l'on a besoin d'une très-haute température. Il brûle d'autant plus aisément qu'il est en plus grande masse, et qu'on lui fournit un plus fort courant d'air. Dans les hauts-fourneaux, on ne peut employer que ceux qui ne se réduisent pas trop facilement en poussière par la chaleur. Dans le pays de Galles, on l'utilise pour le chauffage des fourneaux à réverbère. La flamme que le combustible pro-

duit dans cette circonstance n'est pas due à la combustion des matières volatiles que dégage l'anthracite sous l'influence de la chaleur, car celles-ci ne sont qu'en proportion très-faible, mais bien à la combustion de l'oxyde de carbone qui est produit par le passage de l'air à travers une épaisse couche de combustible.

2. Houille.

Syn.: *Schwarzkohle; Steinkohle ou Erdkohle; charbon de pierre; charbon de terre.*

Substance charbonneuse, non cristalline, noire, opaque, d'un noir luisant, brûlant aisément avec flamme, fumée et odeur bitumineuse; se ramollissant et se gonflant pendant la combustion, au point que les morceaux se collent entre eux; donnant, lorsqu'elle a cessé de flamber, un charbon poreux, solide et dur, à surface mamelonnée et métalloïde (coke). Elle ne diffère de l'anthracite que par la matière bitumineuse qu'elle contient en proportion variable (goudron de houille); celles de ses variétés qui en renferment peu sont appelées *maigres*, et celles qui en renferment beaucoup sont des houilles *grasses*. Nous avons parlé ci-dessus de sa composition élémentaire.

VARIÉTÉS PRINCIPALES.

1. Houille *pseudocristalline*. En fragments prismatiques, qu'on a pris quelquefois à tort pour des cristaux, et qui proviennent du retrait que la masse a subie dans l'intérieur de la terre.

2. Houille *lamelleuse* (Blätterkohle). Divisible en lames dans un seul sens, tandis que la cassure est inégale dans tous les autres.

3. Houille *schisteuse* (Schieferkohle). Divisible en plaques ou feuillets plus ou moins épais, et dont la texture rappelle celle des schistes.

4. Houille *bacillaire* (Stangenkohle). Composée de pièces légèrement courbes, que l'on a comparées à des barres ou des bâtons.

5. Houille *ligniforme* (Holzkohle en partie). Semblable à du charbon de bois.

6. Houille *grossière* (Grobkohle). Formée en apparence de grains ou de fragments réunis irrégulièrement, et offrant une cassure inégale en tous sens.

7. Houille *compacte*. A cassure conchoïdale, tantôt vitreuse ou résineuse, et tantôt presque mate (Kannelkohle). Le *cannel-coal* (charbon chandelle) des Anglais, ainsi nommée, parce qu'elle brûle d'une manière continue, avec une flamme brillante, et que dans quelques endroits elle est employée par le peuple pour se procurer de la lumière. On travaille cette variété pour en faire des vases et autres objets d'ornement. Elle est souvent réniforme, ou en rognons disséminés dans les matières terreuses du terrain houiller.

8. Houille *piciforme* (Pechkohle). Ayant l'aspect de la poix ou de la résine.

9. Houille *irisée*. Présentant à sa surface, par suite d'un commencement d'altération ou d'exfoliation, toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Cet accident se rencontre surtout parmi les houilles maigres.

Gisements. — La houille appartient aux terrains de sédiment, et principalement à cet étage supérieur des terrains carbonifères, auquel elle a donné son nom. Il y a cependant de véritables houilles jusque dans les parties moyennes du sol secondaire, au milieu des terrains jurassiques par exemple; mais ce sont alors presque uniquement des variétés de houilles sèches, qui, sous le rapport de la qualité et de l'abondance, ne peuvent rivaliser avec les houilles des terrains carbonifères. On leur donne quelquefois le nom particulier de *stipites*. C'est donc dans l'étage de ces terrains, qui porte le nom de *houiller*, qu'est le gisement ordinaire des bonnes houilles, des houilles grasses. La houille s'y montre souvent en bancs plus ou moins épais, plus ou moins nombreux et étendus, alternant avec des couches de grès, de schistes et d'argiles, dans lesquelles se rencontrent des empreintes de feuilles de fougère, et où l'on voit aussi, à l'état de dissémination, du fer carbonaté lithoïde ou terreux, que l'on exploite concurremment avec la houille, quand il est très-abondant, comme dans les houillères d'Angleterre. Nous ne répèterons pas ici ce que nous avons déjà dit sur la composition et la structure du terrain houiller, et sur la nature de la flore dont il récèle les débris. Nous ne parlerons pas non plus des discussions auxquelles a donné lieu la théorie de sa formation. Si l'on n'est pas complètement d'accord sur les circonstances qui ont accompagné l'accumulation et l'enfouissement des végétaux dont la houille tire son origine, on admet généralement que ces végétaux provenaient des continents, et qu'ils se sont déposés, tantôt dans des

lacs d'eau douce bien circonscrits, comme on le voit dans les petits bassins houillers du centre de la France, tantôt dans des golfes étroits et allongés, ou sur des plages marines assez étendues, mais toujours voisines des côtes, et où se sont formés alors des dépôts réguliers et d'une continuité remarquable : ce dernier cas nous est offert par ces grandes bandes houillères que l'on exploite dans le Nord, en France, en Belgique et en Angleterre.

Le précieux combustible dont nous faisons l'histoire est très-inégalement réparti à la surface du globe. En Europe, c'est dans la partie centrale et occidentale qu'il abonde. L'Angleterre est, sous ce rapport, la contrée la plus riche, et c'est en grande partie à la houille et au minerai de fer qui l'accompagne, que cette puissance doit sa prépondérance industrielle et commerciale. Quatre grands bassins houillers y sont en exploitation : l'un dans le midi (celui du pays de Galles, au nord de Bristol), un autre dans le centre (bassin de Dudley et de Birmingham), un troisième dans le nord (bassin de Durham et de New-Castle), et un quatrième en Ecosse (bassin de Glascow et d'Edimbourg). Après l'Angleterre, vient la Belgique, dont la production relative est pareillement considérable (houillères de Liège, Namur, Charleroi et Mons). La France est bien moins favorisée : les principaux centres d'exploitation houillère sont, dans ce pays, vers le nord : les mines d'Anzin, de Vicoigne et d'Aniche ; vers le centre, les mines du Creusot, de Rive de Gier et de Saint-Etienne ; et plus au midi, celles du Gard et de l'Aveyron. On estime que la superficie du terrain houiller est, en Angleterre, le vingtième du territoire entier ; en Belgique, la proportion est un peu moindre, un vingt-quatrième, tandis que, en France, elle n'est approximativement que d'un deux-centième. Les autres états de l'Europe sont beaucoup plus pauvres encore, et il en est qui sont presque entièrement privés de ce combustible. Nous avons déjà dit que l'Amérique septentrionale est très-riche en houilles, mais ce sont pour la plupart des houilles anthraciteuses. La production en ce genre est presque décuple de celle de l'Angleterre en houilles proprement dites. On y peut citer quatre grands bassins : celui des monts Alleghanys (Pensylvanie, Connecticut, Virginie, Massachusetts), celui des Illinois, celui du Michigan, et le bassin du Haut-Canada, dans la Nouvelle-Ecosse.

3. LIGNITE.

Syn.: *Braunkohle; Holzkohle; Moorkohle; bois bitumineux.*

Substance charbonneuse, noire ou brune, provenant de tiges de végétaux ligneux, et ayant fréquemment un tissu fibreux qui rappelle son origine; s'allumant et brûlant aisément avec flamme et fumée, sans se boursouffler ni se coller comme la houille; montrant enfin par la distillation et par la combustion les mêmes caractères que le bois proprement dit. Voyez plus haut la composition du lignite.

VARIÉTÉS.

1. Lignite *xyloïde* ou *fibreux*. Offrant la forme extérieure, et surtout le tissu fibreux des plantes dicotylédones.

2. Lignite *bacillaire* (Stangenkohle). En baguettes polyédriques, produites par retrait au contact des basaltes. Au mont Meissner, en Hesse.

3. Lignite *schisteux*. Divisible en plaques ou feuillets, plus ou moins minces. On peut rapporter à cette variété, ou bien à la tourbe papyracée dont il sera bientôt question, le Dysodile de M. Cordier, sorte de combustible charbonneux ou bitumineux, qui brûle en répandant une odeur infecte, et qu'on a trouvé près de Syracuse en Sicile, et dans d'autres lieux, en masses schisteuses, susceptibles de se déliter en feuillets très-minces, d'un gris verdâtre ou jaunâtre. Il est mêlé de parties terreuses que le docteur Ehrenberg a étudiées avec le microscope, et dans lesquelles il a reconnu des carapaces siliceuses d'infusoires, ce qui l'a conduit à penser que ce schiste pourrait avoir été produit à la manière du schiste à polir, dans des marais, où il se serait mêlé à une quantité plus ou moins grande de débris de végétaux.

4. Lignite *compacte*. Noir ou brun; on donne le nom de *jais* ou de *jayet*, à celui qui est d'un noir brillant, sans aucune apparence de tissu organique, et qui pouvant prendre un beau poli, est employé pour faire des parures de deuil. Quelques savants ont rapporté à cette variété de lignite, le charbon candélaire dont nous avons parlé ci-dessus, à l'article de la houille.

5. Lignite *terreux*. En masses ternes, friables, de couleur noire ou d'un brun de girofle. Beaucoup de ces lignites sont pyriteux : par l'exposition à un air humide, ils s'effleurissent,

s'enflamment, donnent naissance à des sulfates de fer et d'alu-mine que l'on obtient par des lessives, et se réduisent en *cend* *rouges*, qui servent en agriculture comme engrais. D'aut masses terreuses de lignites sont dépourvues de pyrites : te sont celles qui sont connues sous les noms de *terre d'ombre*, *terre de Cologne*, et qu'on emploie comme matières colorantes dans les peintures grossières.

Gisements. — Les lignites commencent à se montrer dan terrain de lias, et dans les couches terreuses de la partie inté-rieure des terrains crétacés (île d'Aix); mais ce n'est que d sol tertiaire qu'on le rencontre en couches puissantes, suscep-tibles d'exploitation. C'est ainsi qu'on le trouve dans le Soisson-nais au milieu des argiles et des sables du terrain tertiaire infé-rieur, et dans le midi de la France, au milieu de la molasse, qui fait partie du sol tertiaire moyen. Il est souvent accompagné des débris d'un animal ancien, auquel Cuvier a donné le nom d'*Anthracotherium*. On exploite des lignites en France dans qua-torze départements, et principalement dans ceux de l'Aisne, des Vosges, du Bas-Rhin, de l'Hérault, du Gard et des Bouches-du-Rhône.

4. Tourbe.

Substance combustible, brune ou noirâtre, spongieuse, légère, formée dans les marais par l'accumulation des débris de plantes aquatiques ; brûlant facilement avec ou sans flamme, en répan-dant une fumée analogue à celle des herbes sèches, et laissant après la première combustion une braise très-légère. Sa texture varie suivant la profondeur du dépôt, et l'état d'altération plus ou moins avancée dans lequel se trouvent les parties organiques dont elle se compose. On distingue comme variétés principales, les tourbes compactes, terreuses ou limoneuses, qui n'offrent plus que de rares débris reconnaissables, et les tourbes grossières, fibreuses ou mousseuses, dans lesquelles abondent les fragments de plantes visibles. On donne le nom de tourbe des marais, à celle qui ne contient que des végétaux terrestres, et celui de tourbe marine, à celle qui est composée en tout ou en partie de végétaux marins et notamment de fucus. L'altération des végé-taux, qui produit la tourbe, les transforme, en grande partie, en substances particulières appelées *ulmine*, et *acide ulmique*.

Gisements et usages. — La tourbe est extrêmement abondante à la surface de la terre, dans tous les pays marécageux, qui sont

encore ou qui ont été anciennement occupés par des eaux douces. Dans ce dernier cas, elle se présente immédiatement au-dessous de la terre végétale, ou recouverte seulement d'une couche de sable et de limon. Elle couvre quelquefois d'immenses espaces dans les parties basses de nos continents (Hollande, Westphalie, Hanovre, etc.), et forme aussi de petits dépôts dans les hautes vallées et dans les gorges des montagnes. Les amas de tourbe sont souvent d'une grande épaisseur; la plupart sont sous l'eau; mais quelques-uns sont à sec, et recouverts par de belles prairies. Lorsque les tourbières sont ainsi masquées par la végétation, leur présence se manifeste par l'élasticité du terrain, qui tremble sous les pieds, surtout lorsqu'il est humide; nollesse est souvent telle qu'on ne peut y marcher sans y ncer.

On trouve au milieu des tourbières, des substances de nature variée; d'abord quelques substances minérales, entre autres le phosphate de fer terreux, qui enveloppe les racines et les tiges des végétaux qui entrent dans la composition du combustible. On prétend y avoir observé aussi des pyrites et du sulfate de fer; mais, suivant Al. Brongniart, la plupart des tourbes nommées pyriteuses sont de véritables lignites. On rencontre en outre dans les tourbières une grande quantité de coquilles d'eau douce, dont les animaux ont été décomposés en même temps que les matières végétales, ce qui est sans doute la cause de l'odeur désagréable que la tourbe exhale en brûlant. On y trouve aussi des débris de mammifères, appartenant en général aux espèces qui vivent encore sur les lieux; des troncs d'arbre, qui portent l'empreinte de la hache qui les a abattus; et enfin, différents monuments de l'industrie humaine : toutes circonstances qui prouvent que la tourbe est de formation moderne. On sait en effet qu'elle se produit journellement dans un grand nombre de lieux bas et marécageux.

On n'a cependant aucune donnée bien certaine sur le mode de formation de ce combustible, ni sur les causes qui font que certains marais en renferment, tandis que d'autres laissent pourrir les végétaux qu'ils nourrissent, sans pouvoir les transformer en tourbe. On remarque que les régions intertropicales en sont totalement privées, ce qui semble indiquer qu'une température élevée n'est pas favorable à sa production. Il paraît qu'elle exige une humidité constante, une eau peu profonde, qui se renouvelle lentement, et ne disparaisse jamais complètement par les

chaleurs de l'été. Enfin la nature de la végétation qui s'é it dans cette eau, a aussi une grande influence sur la format de la tourbe. Dans les contrées où elle est abondante, on peut en quelque sorte mettre les tourbières en coupe réglée c les bois : car, la tourbe étant extraite sur certains points, il reproduit de nouvelle, qui s'accumulant d'année en année, par remplacer celle qu'on a enlevée. La rapidité de cette o-duction varie selon les pays : en Hollande, elle n'exige que trente ou quarante ans ; mais, dans quelques parties de la France, fixe à cent années le terme de la régénération de la tourbe.

Les plus grandes tourbières qu'il y ait en France, sont cel de la vallée de la Somme, depuis Saint-Quentin jusqu'à Abbe-ville. Il existe d'ailleurs des dépôts de tourbes dans plus de q rante départements ; et aux environs de Paris même, sur les de l'Essonne. L'exploitation de la tourbe est portée en Ho à un rare degré de perfection ; les Hollandais en font une im-mense consommation, la houille et le bois manquant dans l pays. Ils l'emploient à presque tous les usages auxquels le bois pourrait servir. On l'utilise, comme combustible, sous trois for différentes : 1° à l'état brut ou naturel, en briquettes façonn au louchet, sorte de bêche particulière avec laquelle on l'extrait ; 2° à l'état compacte, ou en masses fortement condensées par une pression considérable ; 3° à l'état carbonisé : le charbon de tourbe produit une quantité de chaleur presque égale à celle que donne le charbon ordinaire. Les cendres de la tourbe ser-vent aussi, en agriculture, pour amender les terres sableuses et calcaires : on leur a reconnu la propriété de fertiliser singuliè-rement les prairies.

5. Humus.

Syn. : *Terreau.*

Le bois, soumis à la double action de l'air et de l'humidité, se décompose à la longue ; il subit une sorte de fermentation sous l'influence des matières albuminoïdes qui existent dans son tissu à l'état de dissolution ou de coagulation ; de l'acide carbonique se dégage, et le bois finit par se transformer en une matière brune ou noire, appelée *humus*, ou *terreau*. Cette matière donne par la distillation, de l'eau, des gaz, une sorte d'huile, et par l'analyse on en retire des substances particulières, de cou-leur noire, auxquelles les chimistes ont donné les noms d'*humine*, et d'*acide humique*.

IIe Ordre. HYDROCARBURES.

stances essentiellement composées de carbone et d'hydro-, combinés directement entre eux, rarement à l'état cristallin, le plus souvent solides, mais de consistance molle ou les à une basse température, et quelquefois même liquides à la température ordinaire; s'enflammant très-facilement et avec une flamme plus ou moins vive, souvent avec fumée d sans laisser, du moins pour la plupart, de résidu charen sensible.

1. Naphthaline.

Composition atomique : $C^{20}H^{8}$, ou en poids :

Carbone.	93,76
Hydrogène.	6,24
	100,00

Substance blanche, cristalline, d'un éclat gras, et d'une odeur particulière, douce et onctueuse au toucher, qu'on extrait du goudron de houille, en soumettant celui-ci à une nouvelle distillation. Elle cristallise en lames rhomboïdales, extrêmement minces, dont l'angle obtus est de 108 à 109°. Elle est insoluble dans l'eau, mais se dissout facilement dans l'alcool. Sa tension est faible, et elle s'évapore dans l'air, aux températures ordinaires, comme le camphre, mais plus lentement. Elle fond à 79°, entre en ébullition à 212°, et se sublime. Elle brûle avec une flamme fuligineuse.

Il n'est pas démontré que cette substance ne se produise pas pendant la distillation, et par la décomposition de la matière organique à une température élevée. Cependant, comme elle peut supporter une haute température sans se décomposer elle-même, il ne serait pas impossible qu'elle préexistât dans le goudron, et qu'elle fût même toute formée dans la houille ordinaire, d'autant mieux qu'il existe dans d'autres matières bitumineuses, dont certains minerais de mercure sont accompagnés, un produit analogue (l'idrialine) qu'on peut en extraire sans recourir à la distillation. C'est pour cette raison que Al. Brongniart a cru devoir placer ces deux substances au nombre des combustibles minéraux.

2. Hartite (Haidinger).

Composition atomique : C^6H^5, ou en poids :

Carbone	87,8
Hydrogène	12,2
	100,0

Substance blanche, semblable à de la cire, composée de p écailles ou lamelles hexagonales, qui paraissent dériver d'un prisme klinorhombique de 100° (Haidinger). Elle se rappro de la schéerérite, dont elle se distingue par sa cristallisation température de fusion (74°), et une proportion de charbon considérable. Comme cette dernière substance, on la trou dans les fissures des lignites, à Oberhart, près Gloggnitz, la Basse-Autriche, et à Rosenthal, près Köflach, en Styrie.

3. Schéerérite (Stromeyer.)

Composition atomique : CH^2, ou en poids :

Carbone	75
Hydrogène	25
	100

Substance molle, d'un aspect gras, et d'un éclat généralement nacré, formée de petites écailles ou lamelles courbes, comme celles du blanc de baleine ; fusible à 44° ; soluble dans l'alcool, et cristallisant par évaporation en aiguilles entrelacées, de couleur blanche ou grise. Elle a été découverte par Schéerer dans les fissures d'un lignite brun à Uznach, près de Saint-Gall, en Suisse

4. Kœnlite (Schrötter).

Composition atomique C_2H : ou en poids :

Carbone	92,3
Hydrogène	7,7
	100,0

Cette substance ressemble à la schéerérite, et se rencontre avec elle dans les lignites d'Uznach ; mais elle ne commence à fondre qu'à 108°. Elle cristallise en petites lamelles ou en ai-

, dont les formes paraissent se rapporter, comme celles eux espèces précédentes, au système klinorhombique.

5. IDRIALINE (Dumas).

Composition atomique C^3H : ou en poids :

Carbone.	94,9
Hydrogène.	5,1
	100,0

ance blanche, cristalline, en petites lames ou paillettes cé semblable à du blanc de baleine, et qui est contenue le minerai de mercure d'Idria, appelé *branderz* (ou idria- Ce dernier minerai est un schiste bitumineux d'un noir- âtre, à poussière tirant sur le rouge ; d'un aspect gras, con- nt plus ou moins de cinabre (jusqu'à 18 pour cent), et osé essentiellement d'idrialine, avec quelques parties ter- ou pyriteuses. Ce schiste est inflammable : de là le nom derz que lui donnent les Allemands : il brûle facile- avec fumée, en exhalant une odeur sulfureuse, et aban- nant une cendre d'un rouge brunâtre. Ce schiste, quand le chauffe dans un tube de verre, mais pas assez pour l'en- mer, fournit une foule de paillettes cristallines, qui sont la tance appelée *idrialine* par M. Dumas. Mais, parce qu'on aussi à l'extraire du schiste au moyen de l'huile de té- nt ne bouillante, il est probable qu'elle est toute formée le minerai d'idria. Cette substance est peu soluble dans l'a ol, et elle ne fond qu'à une température assez élevée.

l hydrocarbures, dont il nous reste à parler, sont tous, à l' amorphe, mous ou liquides, ou bien solides, mais facile- fusibles ; ce sont les substances auxquelles on a donné ms de suifs de montagne, de cires, poix et huiles miné- , ou la dénomination générique de *bitumes*, lorsqu'ils dé- , en brûlant, une odeur particulière, appelée *odeur bitu- e*. Les bitumes proprement dits sont des combustibles néraux, qui diffèrent essentiellement des houilles en ce qu'ils erment des quantités beaucoup plus grandes d'hydrogène. La plupart ont une odeur assez agréable, et semblent provenir de la décomposition que la chaleur a fait éprouver à des combustibles plus anciens d'origine végétale. Quelques-uns sont fétides, contiennent de l'azote, et donnent par la distillation du

carbonate d'ammoniaque; ils semblent avoir été produits par la putréfaction de matières animales, par celle de poissons surtout, dont on trouve encore des empreintes dans les roches voisines.

6. Ozokérite (Glocker).

Composition atomique : CH, ou en poids :

Carbone.	85,7
Hydrogène.	14,3
	100,0

Substance semblable à de la cire par sa consistance et sa translucidité, et d'une odeur aromatique assez agréable, propriétés qui lui ont valu son nom de cire odorante; d'un vert de poireau ou d'un brun-verdâtre par réflexion, et d'un brun-jaunâtre par transmission de la lumière. Pes. spécif. 0,96. Elle généralement amorphe, mais quelquefois avec des traces de structure fibreuse. Elle fond assez facilement vers 80° en liquide huileux de couleur claire. A une température élevée, elle s'enflamme et brûle sans laisser de résidu. Elle est aisément soluble dans l'huile de térébenthine, mais difficilement dans l'alcool et dans l'éther.

L'ozokérite a été découverte par Meyer, à Slanik, en Moldavie, dans un grès accompagné de lignite et de sel gemme. Elle y est en si grande abondance, que les habitants de ce pays s'en servent pour l'éclairage. On la trouve aussi dans le grès des environs de Vienne, en Autriche, à Boryslaw en Gallicie, et à la mine de charbon d'Urpeth, près de Newcastle, en Angleterre.

7. Élatérite.

Syn. : *Bitume élastique; Caoutchouc fossile; Dapèche.*

Composition semblable à celle de la schéérérite.

Substance d'un brun-noirâtre ou jaunâtre, tirant quelquefois sur le verdâtre, molle et élastique; fusible à une température peu élevée, en une matière visqueuse; brûlant avec fumée noire et odeur bitumineuse. On l'a trouvée dans les filons de plomb d'Odin, près de Castleton, en Derbyshire; et on l'a retrouvée depuis dans des veines de quarz et de calcaire qui traversent les couches de houille à Montrelais (Loire-Inférieure). Elle existe aussi aux États-Unis, au milieu d'un calcaire bitumineux, à Woodburg, dans le Connecticut.

8. Naphte.

Syn. : *Huile de pierre; Pétrole; Steinöl.*

Composition atomique : $C^{14}H^{13}$, ou peut-être, $C^{14}H^{14}$.

Substance bitumineuse, liquide à la température ordinaire, ... ne, d'un blanc légèrement jaunâtre, lorsqu'elle est pure; ... inflammable. Sa densité est de 0,8. Elle ressemble à une hu... odorante et volatile. Elle s'enflamme à distance par le ... en de sa vapeur, lorsqu'on en approche suffisamment un ... embrasé : elle prend feu aussitôt, comme ferait l'alcool, ... ne une flamme bleuâtre, une fumée épaisse, et ne laisse au... résidu. Lorsque le naphte a été exposé à l'air pendant long... s, il s'épaissit, s'altère, et paraît se rapprocher alors du ... ole naturel. La composition de ces huiles minérales n'est donc pas constante. Celles qui semblent offrir le naphte dans son plus grand état de pureté, et qui distillent presque entièrement sans laisser de résidu, à une température d'environ 90°, paraissent avoir une composition qui correspond assez bien à la formule CH; ce seraient donc des isomères du gaz oléfiant ou percarbure d'hydrogène. Celles qui sont impures et moins volatiles renferment un peu moins d'hydrogène. On distingue deux variétés principales de bitume liquide, ou d'huile minérale : le *naphte* proprement dit, et le *pétrole*.

1° *Naphte*. Transparent, incolore ou très-légèrement coloré en jaune. Insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool. Dissolvant les résines et l'asphalte. Très-rare. Le plus pur est celui des bords de la mer Caspienne.

2° *Pétrole* (c'est-à-dire huile de pierre). De couleur brune ou d'un rouge noirâtre, d'une consistance visqueuse, et d'une fluidité plus ou moins grande, mais qui augmente par la chaleur. C'est le bitume liquide le plus commun : il diffère du naphte, en ce qu'il laisse pour résidu de la distillation, une matière bitumineuse volatile, qui paraît être identique avec l'asphalte; c'est donc une sorte de bitume, qui tient le milieu entre le naphte et l'asphalte; et peut-être du naphte mêlé d'asphalte.

Gisement et usages. — On a beaucoup discuté sur l'origine des bitumes en général, tant fluides que solides, et l'opinion la plus accréditée, est qu'ils proviennent pour la plupart du règne végétal, et résultent d'une sorte de distillation naturelle des houilles et des lignites. La ressemblance qui existe entre certains

bitumes naturels, et les matières bitumineuses qu'on extrait d(houille et du lignite, la rencoutre fréquente de sources ou d'a de bitume au milieu même ou dans le voisinage des terrains qui renferment ces combustibles, appuient fortement cette idée; mais elle est sujette à d'assez grandes difficultés, par l'impossibilité où l'on se trouve d'expliquer d'une manière satisfaisante l'immense quantité de bitumes répandue à la surface de la terre, l'existence de ces matières dans les roches ignées, les filons, terrains antérieurs à la houille, et enfin les rapports const: qu'on remarque entre le gisement des bitumes et les dépôts de sel gemme, de gypse et de soufre, les salses, les éruptions ; zeuses, les sources thermales et minérales : aussi, beaucoup de géologues pensent-ils aujourd'hui que les bitumes sont, comme les substances que nous venons de nommer et les dépôts des filons métallifères, des produits volcaniques indirects, ou une nouvelle manifestation de l'activité de ces causes souterraines, qu'on désigne ordinairement sous le nom d'*agents plutoniques*.

Les naphtes ou pétroles accompagnent presque toujours les salses ou les dégagements de gaz hydrogène carboné, qui s'échappent en différents lieux de la terre (voir page 150 et suivantes). On connaît des sources de pétrole à Amiano, dans le duché de Parme; au mont Zibio, près de Sassuolo, dans le duché de Modène; en Toscane, au nord des salses de Barrigazzo et de Pietra-Mala; en Sicile, près de Girgenti; en Angleterre, à Coalbrookdale, au milieu du terrain houiller; en France, à Gabian, près de Pézénas, dans le département de l'Hérault; et à Bechelbrun, en Alsace; à l'île de Zante, dans des lacs ou bassins naturels; au Caucase, en Perse, dans l'Inde; à Rangoun, dans l'empire Birman, où l'on compte plus de cinq cents sources ou puits donnant du bitume; en Chine et au Japon. Une des localités les plus célèbres, est dans le Chirvan, et dans la presqu'île d'Abchéron, les environs de Bakou, sur les bords de la mer Caspienne, où chaque année on exploite plus de 100,000 quintaux de bitume. Le seul village de Balaghan en possède vingt-cinq sources.

On emploie le naphte ou le pétrole pour l'éclairage, à Parme, en Italie. En Perse, le peuple se sert du pétrole, pour se procurer de la lumière, depuis Mossoul jusqu'à Bagdad. On le fait entrer dans la composition de certains vernis et de quelques préparations pharmaceutiques. On l'a employé souvent comme vermifuge, et l'huile de Gabian a joui d'une grande renommée sous

c . On s'en sert enfin dans les laboratoires de chimie, co erver le potassium, en le mettant à l'abri du contact et des corps oxygénés.

9. Asphalte.

Syn. : *Poix minérale; Goudron minéral; Baume de momie; Bitume de Judée; Karabé de Sodome.*

ume solide ou glutineux, d'un noir de poix, à cassure bril- e et conchoïdale, très-fragile, ayant une densité qui varie 1,05 à 1,16; entrant en fusion à la température de l'eau llante; s'enflammant aisément, et brûlant avec une flamme et une fumée épaisse, en laissant peu de cendres. Il s'é- négativement par le frottement. Il est presque insoluble l'alcool; mais il se dissout en très-grande partie dans l'é- et aussi dans l'huile de naphte. Il est composé de carbone, drogène et d'oxygène, dans des proportions qui sont encore nues. Suivant John, il peut être décomposé en trois sub- distinctes par différents dissolvants, l'alcool, l'éther, et le de térébenthine ou de naphte.

On peut en distinguer deux variétés principales :

1° L'Asphalte *visqueux*. L'asphalte du commerce, appelé aussi Malthe et Pissasphalte. Il est mou et glutineux, et ressemble à de la poix ou du goudron. Il se durcit par le froid et se ramollit par la chaleur. Il est plus aisément fusible, et plus soluble dans l'alcool que l'asphalte solide ou asphalte proprement dit. On a dit qu'il est mêlé d'un peu d'huile de pétrole, et c'est à la présence de cette huile qu'on a attribué le ramollissement de ce bitume. On l'a donc considéré comme formant une sorte de passage entre le pétrole et l'asphalte, et pouvant se rapprocher d'autant plus de l'un des deux, que l'autre est en plus faible proportion. Quoi qu'il en soit, il paraît impossible d'établir une ligne nette de démarcation entre cette variété et la suivante.

2° L'Asphalte *solide*. Asphalte proprement dit; bitume de Judée. Il est solide, d'un noir foncé, et ressemble extérieurement à de la houille compacte; mais il s'en distingue par sa cassure, son odeur plus forte, et sa grande fragilité. Il a été connu de temps immémorial, et il provient principalement, comme l'indique son nom, du lac Asphaltite ou de la Mer morte, en Judée.

Gisement et usages. — Les asphaltes visqueux, ou bitumes

malthes, forment quelquefois des amas irréguliers ou des e pèces de couches, et présentent un gisement analogue à celu des lignites; d'autres fois, ils imprègnent des couches de schistes de marnes ou de grès, appartenant aux divers étages de la série géologique. Le malthe se trouve dans une grande partie des lieux où se rencontre le pétrole; il s'écoule par les fissures des roches, et couvre souvent la surface du sol environnant, d'un enduit visqueux et mamelonné. Il imprègne beaucoup de roches, particulièrement dans le sol tertiaire, et constitue ainsi ce qu'on appelle les grès, les sables, les calcaires bitumineux; les argiles, marnes et molasses bitumineuses, etc. Il forme des gîtes assez considérables à Orthez et Caupenne, près de Dax, dans les Landes; à Seissel, près de la Perte du Rhône; à Lobsann, dans le Bas-Rhin; à Pont-du-Château, en Auvergne, et au Puy la Pège, où il imprègne des wackes et tufs basaltiques, etc. La plupart de ces bitumes sont employés aujourd'hui à Paris p le dallage des ponts et des trottoirs. On s'en sert encore pour la couverture des édifices et des terrasses, et on a cherché aussi à les appliquer à la confection d'une nouvelle espèce de chaussée pour les voitures. En les mêlant à des fragments de pierres meulières, on en fait des pavés très-solides auxquels on donne une forme rectangulaire; on les pose ensuite les uns à côté des autres sur une couche de sable et de ciment bien dressée, puis on les réunit en un tout imperméable en faisant couler entre leurs joints du bitume fondu.

L'asphalte proprement dit abonde particulièrement en Judée les anciens Egyptiens en faisaient usage dans la préparation de momies, et les murs de Babylone étaient construits en briques cimentées par ce bitume. Il s'élève continuellement du fond du lac Asphaltite, à la surface des eaux, où il arrive dans un certain état de mollesse; il y flotte, et le vent le pousse dans les anses et les golfes où on va le recueillir. Par l'exposition à l'air, il acquiert plus de consistance. On voit par un passage de Strabon que les anciens le regardaient comme un véritable produit volcanique, opinion qui s'accorde avec celle de la plupart des géologues modernes. On trouve aussi de l'asphalte en d'autres lieux où il se produit également à la surface des eaux : tel est entre autres un lac de trois milles de tour, qui existe dans l'île de la Trinité, et qui est presque entièrement rempli de bitume; l combustible est solide et froid près des bords du lac; mais, en s'éloignant de ceux-ci, on le voit croître en température et

jusqu'au centre, où il est liquide et bouillant. Il existe
de andes masses de bitume au Mexique, et en Colombie
indo, province du Choco. Enfin, on rencontre, mais en
quantité, des substances bitumineuses analogues à l'as-
e, noires, brunes ou rougeâtres, dans les filons métallifères, et dans les terrains de cristallisation qui les avoisinent : elles y sont associées aux diverses substances que l'on rencontre habituellement dans les gîtes, telles que la galène, le quarz hyalin, la barytine, le calcaire spathique, la fluorine, etc.

APPENDICE. — RÉSINES FOSSILES.

Il existe un certain nombre de substances, d'origine végétale, qui ne sont que des résines fossiles, c'est-à-dire des substances solidifiées, qui ont découlé de certains arbres, comme la résine du pin, mais dans les anciens temps géologiques, et que l'on retrouve enfouies dans les couches du globe, avec les débris des végétaux qui leur ont donné naissance. Ces matières ont un aspect résineux ; elles sont insolubles dans l'eau, et plus ou moins solubles dans l'alcool et dans les huiles essentielles : telles sont les suivantes.

1. Rétinite.

Syn. : *Rétinasphalte* ; *Bernerde*, Werner.

Substance jaune ou d'un brun clair, terreuse, d'un aspect gras, très-fragile, et qu'on trouve en rognons au milieu des lignites, en Angleterre, dans le nord de l'Allemagne, et en Amérique. Elle a de la ressemblance d'une part avec les bitumes, et de l'autre avec les résines fossiles, telles que la copalite et le succin : de là les noms de Rétinasphalte et de Bernerde (terre succinoïde) qu'on lui a donnés. Hatchett l'a découverte dans les lignites bruns de Bovey, en Devonshire, et la croyant composée de résine et d'asphalte, il lui donna le nom de Rétinasphalte, que Breithaupt depuis a changé en celui de Rétinite. Sa pesanteur spécifique varie de 1,05 à 1,15. Sa composition est aussi variable, comme on doit s'y attendre, d'après l'origine de cette substance. La variété jaune et écailleuse de Moravie a donné à l'analyse : carbone 80,4 ; hydrogène 10,7 ; et 8,9 d'oxygène ; cette composition répond à la formule $C^{12}H^{9}O$.

La rétinite brûle avec une odeur aromatique ; avant de fondre, elle devient élastique comme le caoutchouc. Elle est plus

soluble dans l'alcool que le succin. On la trouve dans les lignites, à Bovey, en Devonshire; au Cap Sable, côte occidentale du Maryland, dans les États-Unis; aux environs de Halle, en Saxe; et à Walchow, en Moravie.

2. Copalite.

Syn. : *Résine de Highgate.*

Au milieu des argiles tertiaires de la colline de Highgate, près de Londres, on a trouvé en masses assez considérables une résine fossile, qui ressemble beaucoup à la résine copal, et dont la couleur est d'un brun foncé, ou d'un jaune clair qui rappelle l'aspect de la rétinite de Walchow. Elle brûle avec une odeur aromatique; et fond sans éprouver de décomposition. Elle est peu soluble dans l'alcool. Elle ne contient que très-peu d'oxygène (2,7), et les autres éléments sont dans la proportion de 85,4 de carbone et 11,7 d'hydrogène.

3. Succinite.

Alex. Brongniart a donné ce nom à une résine fossile qui ressemble au succin, et ne paraît en différer que parce qu'elle est presque entièrement dépourvue de cet acide particulier qu'on nomme *acide succinique*, et qu'on trouve en quantité plus ou moins grande dans le succin proprement dit. Ce succin résinoïde, comme l'appelle aussi Brongniart, est plus ancien que le vrai succin : il paraît appartenir, comme celui de l'île d'Aix par exemple, à la formation crétacée inférieure, accompagnant les lignites de ce terrain.

Beauvoisin avait déjà donné ce nom de succinite à une variété de grenat jaune, dont l'aspect rappelle aussi celui de la résine.

4. Succin.

Syn. : *Ambre jaune*; *Bernstein*, Werner; *Karabé*, du mot persan *karuba*, qui veut dire *tire-paille*; *Electron*, Hérodote et Théophraste, d'après sa couleur comparée à celle des rayons solaires; *Succinum*, Pline, d'après sa nature résineuse.

Substance d'origine organique, solide, résineuse, et d'une couleur jaune, qui varie du blanc jaunâtre au jaune de miel, et au jaune roussâtre. Son aspect est semblable à celui de la résine copal; elle brûle avec flamme et fumée, en répandant une odeur

e, plus ou moins agréable. C'est une véritable résine, ıe au copal, mais qui provient des conifères des anciens géologiques, de ceux qui vivaient pendant la période ter- : inférieure. Son origine végétale était admise par les anciens, ne le prouve un passage de Pline (1). Chauffée dans un ras de verre, elle fond à 287°, en coulant comme de l'huile, de l'eau, une huile essentielle, et un acide particulier ıcıae succinique). La fumée que produit le succin, recueillie le tube du matras, se condense en petites aiguilles cristal- s, ou en une liqueur aqueuse qui rougit le papier de tour- l. La présence de l'acide succinique le distingue du mellite, nous allons bientôt parler, et de toutes les résines, fossiles étales, qui lui ressemblent. Sa pesanteur spécifique est de : par conséquent, il est presque aussi pesant que l'eau de sur laquelle on le voit flotter quelquefois. Il est cassant, ıe dureté médiocre, et cependant il reçoit un assez beau Il est composé, à la manière des substances végétales, de ɔone 79, hydrogène 10,5, et oxygène 10,5 : composition qui revient à la formule $C^{10}H^{8}O$.

Le succin est éminemment électrique par le frottement, et il acquiert ainsi l'électricité résineuse. Cette propriété, qui lui donne le pouvoir d'attirer les corps légers, était connue des anciens, comme l'atteste un autre passage de Pline (2). C'est de son nom grec, ou du mot *electrum* que les latins en avaient tiré, qu'est venu le nom moderne d'*Electricité*, que l'on a donné à la science qui a pour objet les phénomènes électriques.

Le succin se présente presque constamment en masses mamelonnées ou en rognons, disséminés dans des matières terreuses : ces masses sont ordinairement compactes, à cassure conchoïde; souvent transparentes, et quelquefois translucides ou même complètement opaques. Sa couleur varie du jaune miellé au jaune pur et au blanc jaunâtre. Parfois il devient d'un gris-brunâtre, à raison des matières étrangères qui le souillent. On le trouve au milieu des sables, des argiles et des lignites qui appartiennent aux terrains tertiaires inférieurs, dans beaucoup de pays, mais notamment dans l'Allemagne septentrionale, la

(1) Succinum. . . . Nascitur defluente medullâ pinei generis arboribus, ut gummi in cerasis, resina pinis.
Plinius : *Hist. nat.* Lib. 37. 11.

(2) Ceterum attritu digitorum acceptâ caloris animâ trahunt in se paleas ac folia arida, quæ lævia sunt.

Prusse, la Courlande, la Livonie, et surtout sur les bords de l Baltique, depuis Dantzick jusqu'à Memel. Il provient s dout des anciennes forêts de conifères, qui, pendant la p iode tiaire inférieure, couvraient la grande ceinture de qui s'étendent de l'ouest à l'est, depuis la Hollande j Sibérie et au-delà. Il se présente constamment en nodules d minés dont la grosseur varie depuis celle d'une noisette j celle d'une tête d'homme. Le plus gros échantillon connu celui du musée de Berlin, qui pèse 13 livres, et a 14 pouces sa plus grande longueur. Quelquefois le succin est interp petites plaques dans les couches minces des lignites. Il ren différents corps organiques, qui démontrent bien son état mitivement fluide, et une origine semblable à celle des go et des résines: ce sont des insectes, des feuilles, des tiges ou a tres parties de plantes.

Les lieux où l'on trouve le succin en quantité suffisante p qu'il soit exploité, et en morceaux d'un volume assez grand p être travaillés, sont peu nombreux : ceux, au contraire, où il montre en petites parties éparses, sont extrêmement multipliés C'est surtout dans la Prusse orientale qu'il abonde, sur les côt de la Baltique, et principalement aux environs de Kœnig On l'y extrait pour le compte du gouvernement : mais, le l des falaises, il s'en détache des portions qui sont entraînées les vagues, et les habitants du pays profitent de la marée montante, pour le pêcher avec de petits filets. On trouve aussi succin en France, à Saint-Pollet (dans le département du Gard à Noyer, près Gisors, à Villers-en-Prayer, près Soissons, et e d'autres points du département de l'Aisne; et à Auteuil, pr Paris.

Le succin était très-prisé des anciens, et placé par eux dan leur estime à côté des célèbres vases Murrhins. Il est aussi tr recherché de nos jours, comme objet d'ornement. On le travaille, soit en le taillant à la manière des pierres, soit en le tant sur le tour, et l'on en fait des pipes, des pommes de cann des vases et de petits meubles d'agrément. On le recherch encore pour les propriétés chimiques et médicinales de son acide ou des produits qui en dérivent.

IIIe Ordre. SELS ORGANIQUES.

1re Espèce. Mellite.

Syn. : *Honigstein, ou Pierre de miel; Mellate ou Mellitate d'alumine.*

Sul ce jaunâtre ou rougeâtre, d'un aspect résineux qui le extérieurement au succin, et paraît avoir une origine lable : car elle se trouve comme lui dans les dépôts de li-gni is elle en diffère, en ce qu'elle est un sel organique, d'une composition parfaitement définie, et se présente toujours à l'état cristallin. Elle est caractérisée par la présence d'un acide ticulier (l'acide mellitique $= C^4O^3$); et d'après les analyses de Wöhler, on peut la considérer comme un mellitate d'alumine raté, renfermant un équivalent d'alumine, trois équivalents de, et dix-huit équivalents d'eau. En poids, elle est composée 40,5 d'acide mellitique; 14,3 d'alumine; et 45,2 d'eau. Elle cristallise en octaèdre à base carrée de 90°6' à la base, et 118°14' arêtes terminales. Le demi-axe est à la demi-diagonale horitale = 1,34 : 1. Elle est tendre, translucide, d'une densité = 1,6. Elle donne de l'eau dans le tube de verre; se charbonne et brûle au chalumeau, en sorte qu'elle peut prendre place, à côté du succin, dans la classe des combustibles proprement dits. Elle laisse sur le charbon un résidu blanc (d'alumine) qui devient bleu, lorsqu'on le calcine après l'avoir humecté d'azotate de cobalt. Elle est aisément et complètement soluble dans l'acide azotique, ainsi que dans la solution de potasse. On la trouve à Artern, en Thuringe, et à Luschitz, près Bilin, en Bohême, dans le lignite; et aussi, à Walchow, en Moravie, au milieu d'un grès (le quadersandstein) contenant du charbon.

2e Espèce. Conistonite.

Substance blanche, vitreuse, très-fragile, cristallisée en prisme droit rhombique de 97°5', et qui paraît être un oxalate de chaux hydratée, de la formule $\dot{C}a\ddot{G} + 7\dot{H}$; elle contient en poids, d'après une analyse de Heddle : 28,017 d'acide oxalique; 21,055 de chaux; 0,822 de magnésie et de soude; 49,155 d'eau. Chauffée, elle dégage de l'eau, et de l'oxyde de carbone, se convertit en carbonate, et fait alors effervescence avec les acides. Auparavant, elle est soluble, mais sans effervescence. On l'a trouvée

dans une mine de cuivre des environs de Coniston, en Cumberland.

3e Espèce. Whewellite.

Syn. : *Oxalate de chaux.*

M. Brooke a décrit (1) une substance particulière, qui paraît être un oxalate de chaux hydraté, représenté par la formule $\dot{C}a\dddot{C} + \dot{H}$, si l'on en juge d'après une analyse de Sandall, en a retiré 49,3 d'acide oxalique; 38,4 de chaux; et 12,3 d Cette substance est en petits cristaux blancs, très-brillants, ay une dureté comprise entre 2 et 3, et pour densité 1,8. Ces c taux reposent sur la chalcite, c'est-à-dire sur une chaux ca natée épigène, provenant d'une altération de la Gay-Lı l'on croit qu'ils viennent de la Hongrie. Ils sont hémitropes dérivent, suivant M. Miller, d'un prisme klinorhombique de 100°36', dont la base est inclinée à l'axe de 72°41'. Le r des axes $a:b:c = 1,57:1:1,15$.

4e Espèce. Oxalite.

Syn. : *Oxalate de fer; Humboldtine.*

Composition atomique : $2\dot{F}e\dddot{C} + 3\dot{H}$; ou, en poids, d'ap analyses de Rammelsberg :

Acide oxalique	42,7
Protoxyde de fer	41,4
Eau	15,9
	100,0

Substance d'un jaune d'ocre ou d'un jaune de paille, en c taux capillaires, formant des enduits ou des plaques, à la su ou dans l'intérieur des lignites de Gross-Almerode, en H de Koloseruk, près de Bilin, en Bohême. On s'est d'abord mépı sur sa nature, et c'est Rivero qui a reconnu le premier que c'était un oxalate de fer; il proposa de l'appeler Humboldtine, nom qui n'a pu être adopté, parce qu'il avait été assigné déjà à un autre minéral (2).

(1) *Philosophical Magazin*, cahier de juin 1840.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 1821, tome XVIII, p. 207.

APPENDICE. — SELS AMORPHES (d'origine animale).

LE GUANO (ou Huano des Incas).

tte substance singulière, dont on doit la connaissance à De ›ldt, est d'un jaune sale, d'une odeur forte et ambrée; elle au feu et exhale une odeur ammoniacale. Elle est soluble effervescence dans l'acide azotique à chaud. Après l'évapo- de la solution, le résidu, séché avec précaution, prend une couleur rouge, caractère qui dénote la présence de l'acide . On y a reconnu en effet la présence de l'acide urique, ide oxalique, et de l'acide phosphorique, avec de l'ammo- , de la chaux et de l'oxyde de fer, composition analogue e de la fiente des oiseaux. C'est en effet un produit orga- , qu'on trouve en masses considérables, et qui provient de ımulation des excréments des oiseaux de mer. Il fournit un ais très-énergique, auquel les côtes du Pérou doivent en leur fertilité. On le trouve en grandes masses, qu'on ex- e à ciel ouvert, sur une épaisseur qui va quelquefois jusqu'à et vingt mètres, dans un grand nombre d'îlots et de ro- , voisins des côtes du Chili et du Pérou (îles Chincas, près ›). Elle est l'objet d'un grand commerce pour les habitants cette ville, et pour ceux de Chancay. On trouve aussi des ›ts de guano dans des îles ou des baies appartenant aux occidentales de l'Afrique. Importé en Europe depuis un ain nombre d'années, ce précieux engrais a donné de bons ltats, et chaque année il sort des ports d'Angleterre et de ıce un certain nombre de navires, qui vont le chercher fort au-delà des mers.

---

1. Le *Soufre octaèdre*, a^1 (soufre primitif, Haüy), 7, pl. 19. C'est l'octaèdre de clivage, dont nous avons donné angles ci-dessus. On trouve cette variété à Conilla, en Espa à Césène, en Italie; en Sicile, etc.; et dans un grand nombre de volcans. Elle se retrouve comme forme dominante dans part des autres variétés.

2. Le *Soufre basé*, Haüy, $a^1 p$ (fig. 9). La variété précéde dont les sommets sont remplacés chacun par une face rho parallèle et semblable à la base. p sur $a^1 = 108°21'$. A la Ca tholica, en Sicile.

3. Le *Soufre unitaire* $a^1 t$ (fig. 10). La variété octaèdre, tée à deux des angles solides latéraux. En Sicile.

4. Le *Soufre prismé* $a^1 g^1$ (fig. 11). Le même octaèdre qué latéralement sur les arêtes de la base, en sorte que l pyramides sont séparées par un prisme. g^1 sur $g^1 = 101°59'$ a^1 sur $g^1 = 161°38'$. A Conilla, en Espagne.

5. Le *Soufre émoussé* $a^1 c^1$ (fig. 12). Le même, émarginé les arêtes culminantes aiguës. c^1 sur $c^1 = 124°21'$; a^1 sur c^1 = 132°29'. A Conilla, en Espagne.

6. Le *Soufre dioctaèdre* $a^1 a^3$ (fig. 13). Le même octaèdre, monté de part et d'autre d'une pyramide quadrangulaire surbaissée. a^3 sur $a^3 = 90°15'$; 113°11; et 127°1'.

7. Le *Soufre octodécimal*, $a^1 a^3 p$. La variété précédente, é tée aux sommets. A Saint-Boës, département des Landes. A Conilla, en Espagne. A la Catholica, en Sicile. Dans la Califor

8. Le *Soufre équivalent*, Haüy, $a^1 a^3 c^1 p$. La variété précédente, émarginée à l'endroit des arêtes obliques aiguës. A Conilla, Espagne. A la Catholica, Sicile.

On cite encore des cristaux où l'on a observé les mod tions $b^{1/2}$ et a^5. Ces modifications, combinées avec les précéde et avec les faces p, m, t de la forme fondamentale, donnent l à un grand nombre de formes composées, parmi lesquelles n nous sommes borné à décrire les plus ordinaires. vigna, professeur à l'Université de Catane, a publié une monographie des cristaux de soufre, observés seulement dans les environs de cette ville, et le nombre des formes différentes qu'il indique dans ce travail, s'élève à quarante-six.

Variétés de couleur.

Les principales variétés de couleur sont: le jaune pur, le

Chimiques. — Très-facilement fusible : il entre en fusion à la température de + 111°, et constitue alors un liquide transparent, d'un jaune citrin. Ce liquide conserve sa couleur et sa fluidité jusqu'à + 160°, où il commence à s'épaissir et à prendre une teinte brune (soufre mou). Il est tellement épais vers + 220°, que l'on peut renverser le vase qui le contient, sans qu'il s'écoule : dans cet état, il est d'un noir brunâtre. Chauffé jusqu'à + 400°, en vaisseaux clos, il redevient fluide, entre en ébullition, et se volatilise ; sa vapeur est d'un rouge-orangé. Les différents degrés de consistance, de couleur, et même de densité que présente le soufre, en passant par les températures que nous venons d'indiquer, tiennent sans doute aux changements que subit alors sa constitution moléculaire. En partant de la température de 111°, à laquelle il commence à se fondre, si on le laisse refroidir lentement, il cristallise en prismes obliques, à bases rhombes, et par conséquent sous une forme incompatible avec celle qui se rapporte à tous les cristaux naturels : nous reviendrons bientôt sur cette circonstance remarquable de dimorphisme.

Le soufre exhale une odeur particulière par le frottement. Il se brise en éclats lorsqu'on le chauffe d'une manière brusque, ce qui fait qu'on entend une sorte de petit craquement, quand on le serre dans la main.

Le soufre est très-combustible : il s'enflamme aisément, brûle avec une flamme bleue, sans laisser de résidu, et en répandant des vapeurs âcres et suffocantes, qui sont de l'acide sulfureux. Il est soluble dans le sulfure de carbone, le chlorure de soufre, la benzine, le naphte, les huiles grasses, etc.

Le soufre naturel est généralement composé de soufre pur, et par conséquent dans l'état actuel de nos connaissances chimiques, c'est un corps simple ; mais il est quelquefois mélangé de bitume, qui le colore en brun, de sélénium, qui lui donne une teinte rouge, et quelquefois de matières terreuses.

VARIÉTÉS DE FORMES.

Formes déterminables.

Modifications principales : sur les arêtes : b_1, c_1, g_1.
— sur les angles : a^1, a_3, a_5.

Les principales formes simples ou combinaisons observées parmi les formes cristallines du soufre, sont les suivantes :

1. Le *Soufre octaèdre*, a^1 (soufre primitif, Haüy), fig. 7 pl. 19. C'est l'octaèdre de clivage, dont nous avons donné le angles ci-dessus. On trouve cette variété à Conilla, en Espagne à Césène, en Italie; en Sicile, etc.; et dans un grand nombre de volcans. Elle se retrouve comme forme dominante dans la plupart des autres variétés.

2. Le *Soufre basé*, Haüy, $a^1 p$ (fig. 9). La variété précédente dont les sommets sont remplacés chacun par une face rhombe parallèle et semblable à la base. p sur $a^1 = 108°21'$. A la Catholica, en Sicile.

3. Le *Soufre unitaire* $a^1 t$ (fig. 10). La variété octaèdre, épointée à deux des angles solides latéraux. En Sicile.

4. Le *Soufre prismé* $a^1 g^1$ (fig. 11). Le même octaèdre tronqué latéralement sur les arêtes de la base, en sorte que les deux pyramides sont séparées par un prisme. g^1 sur $g^1 = 101°59'$ a^1 sur $g^1 = 161°38'$. A Conilla, en Espagne.

5. Le *Soufre émoussé* $a^1 c^1$ (fig. 12). Le même, émarginé les arêtes culminantes aiguës. c^1 sur $c^1 = 124°21'$; a^1 sur $c^1 = 132°29'$. A Conilla, en Espagne.

6. Le *Soufre dioctaèdre* $a^1 a^3$ (fig. 13). Le même octaèdre, monté de part et d'autre d'une pyramide quadrangulaire plu surbaissée. a^3 sur $a^3 = 90°15'$; $113°11$; et $127°1'$.

7. Le *Soufre octodécimal*, $a^1 a^3 p$. La variété précédente, épointée aux sommets. A Saint-Boës, département des Landes. A Conilla, en Espagne. A la Catholica, en Sicile. Dans la Californi

8. Le *Soufre équivalent*, Haüy, $a^1 a^3 c^1 p$. La variété précédente, émarginée à l'endroit des arêtes obliques aiguës. A Conilla, Espagne. A la Catholica, Sicile.

On cite encore des cristaux où l'on a observé les modifications $b^{1/2}$ et a^5. Ces modifications, combinées avec les précédent et avec les faces p, m, t de la forme fondamentale, donnent lie à un grand nombre de formes composées, parmi lesquelles no nous sommes borné à décrire les plus ordinaires. M. Marvigna, professeur à l'Université de Catane, a publié une monographie des cristaux de soufre, observés seulement dans les environs de cette ville, et le nombre des formes différentes qu indique dans ce travail, s'élève à quarante-six.

Variétés de couleur.

Les principales variétés de couleur sont: le jaune pur,

jaune de citron ou jaune d'huile (cristaux de Conilla); le jaune miellé ou jaune rougeâtre (cristaux de Sicile); le jaune verdâtre (cristaux de Césène); le brunâtre, le grisâtre et le blanchâtre. Ces dernières couleurs, jointes à l'opacité, paraissent dues à un mélange du soufre avec une matière argileuse ou bitumineuse. Quant à la teinte rouge, assez ordinaire dans les cristaux de la Sicile et dans ceux des terrains volcaniques, quelques minéralogistes l'ont attribuée à la présence d'une certaine quantité de réalgar, d'autres à celle du fer combiné avec le soufre. M. Stromeyer, ayant recherché la nature du principe qui colore en rouge-orangé le soufre sublimé de Vulcano, une des îles Lipari, a reconnu que c'était une combinaison naturelle ou un mélange de soufre et de sélénium (1). Nous reviendrons plus loin sur le soufre sélénifère.

Variétés de texture et d'aspect.

Soufre vitreux. — Texture, cassure et éclat vitreux, passant quelquefois à l'éclat de résine; transparence presque parfaite, ou demi-transparence. Cassure ordinairement conchoïde.

Soufre fibreux ou *aciculaire.* — En masses stratiformes, composées d'aiguilles cristallines (la Guadeloupe), ou en concrétions d'un jaune blanchâtre, à texture fibreuse et presque compacte, formant des lits de plusieurs pouces d'épaisseur. A Saint-Philippe, en Toscane, et dans la grotte de San-Fedele, près de Sienne.

Soufre dendritique. — En petits octaèdres groupés à la file les uns des autres, et composant des faisceaux de fibres, striées transversalement. Soufre strié des volcans.

Soufre concrétionné en stalactites cylindroïdes, d'un jaune-orangé, ou en croûtes mamelonnées. Cratère de Vulcano.

Soufre compacte. — En masses amorphes, d'un blanc ou d'un gris-jaunâtre, associées au soufre cristallisé des terrains de sédiment, en Sicile (Mazzarino); en Italie (Césène); en France (Malvesi, près Narbonne). En nodules d'un brun hépatique, à Radaboy, en Croatie.

Soufre pulvérulent; fleurs de soufre. — En petites masses terreuses, composées de particules faiblement aggrégées (Mazzarino); ou sous la forme d'un enduit jaunâtre, ou d'une poudre blanchâtre, à la surface des laves; dans l'intérieur des silex géo-

(1) Archives de Kestner, t. I, p. 326; et *Journal philosoph. d'Edimbourg*, juin 1825, p. 188.

diques (La Charité, près Besançon, département du Doubs; et dans le département de la Haute-Saône); dans les lignites d'Artern, en Thuringe; dans les marnes argileuses de Montmartre, près Paris; et dans tous les lieux où il y a des eaux sulfureuses, et des matières organiques en décomposition.

Soufre pseudomorphique. — Sous des formes empruntées à des graines de chara, ou à des coquilles du genre planorbe (en Aragon).

Gisements et localités. — Le soufre affecte différentes manières d'être dans la nature. Il ne forme pas à lui seul de roche, ni de gîte proprement dit, mais il se rencontre dans des terrains de diverses natures, et de diverses époques, tantôt implanté en cristaux sur les roches qui les composent, tantôt disséminé dans leur masse en petits lits, en nids, nodules ou amas plus ou moins volumineux, quelquefois en particules presque imperceptibles, et comme ciment de la roche, tantôt enfin en enduit pulvérulent à sa surface. On le trouve aussi au milieu des filons qui traversent les roches de différents âges.

Dans les terrains primordiaux de cristallisation (terrains primitifs, ou métamorphiques), il n'est pas très-abondant, et c'est presque uniquement dans le Nouveau-Monde que se trouvent les seuls exemples que l'on connaisse de ce gisement. De Born a cité du soufre granulaire, disséminé dans un micaschiste, à Glashütte, près de Schemnitz en Hongrie. De Humboldt a observé cette substance dans un quarzite subordonné au micaschiste, à Ticsan, dans les Andes de Quito; dans le porphyre, au volcan de l'Antisana, et à l'Azufral, près la ville d'Ibarra. M. d'Eschwege a trouvé du soufre disséminé dans un calcaire subordonné à un phyllade du même âge que celui auquel est superposée l'itacolumite, à Serro-do-Frio, près San-Antonio Pereira au Brésil. L'itacolumite, cette roche si abondamment répandue dans cette partie du Brésil, est pénétrée elle-même de particules de soufre; car, réduite en plaques minces et fortement chauffée elle brûle avec une flamme bleue. Enfin, on a cité du soufre dans le calcaire saccharoïde de Carrare, sur la côte de la Méditerranée entre Gênes et Lucques.

Dans les terrains de sédiment primaires (ou anciens terrains intermédiaires), le soufre se rencontre aussi, mais assez rarement. On le trouve en masse au milieu des gypses des glaciers de Gebrulaz, près de Pesey, dans la Tarentaise, et dans ceux de l'Oisans en Dauphiné; on l'a trouvé aussi dans des calcaires

même âge, à Sublin, non loin de Bévieux, au canton de Berne en Suisse. De Humboldt l'a observé avec l'or au Pérou, dans les Andes de Caxamarca, entre Curimayo et Alto del Tual, sur la limite des porphyres intermédiaires et du calcaire pénéen, dans des masses puissantes de quarz, qui sont parallèles au grès rouge. Enfin, Beudant l'a trouvé à Kalinka, en Hongrie, sur la pente septentrionale de l'Osztroszky, dans une roche qu'il a signalée vers le terrain de diorite porphyroïde.

Dans les terrains de sédiment proprement dits, inférieurs et moyens, le soufre est beaucoup plus abondant. Son principal gisement est au milieu des gypses, des calcaires et des marnes argileuses des dépôts salifères; mais il se montre aussi au milieu des roches analogues des terrains de sédiment supérieurs. On le trouve dans ces roches en nids plus ou moins étendus, qui vont quelquefois jusqu'à plusieurs pieds d'épaisseur, en veines ou en amas, postérieurs aux couches qui les renferment. Il y est associé presque constamment au gypse, au sel marin et à la célestine (en Sicile); plus rarement au bitume (Saint-Boës, près de Dax, dans les Landes). C'est de ces terrains que proviennent les plus beaux groupes de cristaux connus, savoir : ceux de Conilla, près de Gibraltar, à huit lieues de Cadix; ceux de Césène, à six lieues de Ravennes, sur l'Adriatique; et ceux de Girgenti, du Val di Noto, et du Val de Mazzara, en Sicile. Le soufre de Conilla, d'un jaune citron, est dans une marne argileuse grise, endurcie, contenant du calcaire spathique en petits cristaux, du quarz, et de la célestine bleuâtre; celui de Saint-Boës, près de Dax, est dans un calcaire appartenant à l'époque crétacée. Le soufre de Sicile, de couleur jaune ou miellée, et quelquefois verdâtre, est en bancs horizontaux très-puissants, qui reposent sur un schiste sablonneux. Le soufre dans ces bancs est mêlé de marne grise endurcie, de calcaire gris avec de beaux cristaux de gypse, de calcaire spathique souvent concrétionné, et de célestine blanche en cristaux très-nets et parfois très-volumineux (la Catholica, près de Girgenti). Ces dépôts paraissent être de l'époque tertiaire, ainsi que ceux des bords de l'Adriatique. Le soufre de Césène est, comme ceux de Sicile et d'Espagne, dans une marne argileuse grise, endurcie; il est accompagné de célestine blanche, et quelquefois de cristaux d'aragonite semblables à ceux de l'Espagne. En plusieurs points de la Sicile et de l'Italie, à Occhio, et dans le Val de Noto, à Peretta, près de Sienne, le soufre est disséminé dans un grès quarzeux. On a trouvé aussi du soufre dans les

gypses ou les argiles des salines de la Lorraine, du pays de Hanovre, de la Thuringe et de la Hongrie; dans les mines de sel de Wicliczka, en Galicie; au milieu des lignites d'Artern, Thuringe, et des sables qui accompagnent le lignite à près Bonn; dans la pierre à plâtre, en Provence, et aux envi de Meaux, et dans la marne argileuse, à Montmartre, près l Enfin, on le rencontre quelquefois, sous forme pulvérulente, d l'intérieur des nodules aplatis de silex, que l'on trouve à la (rité, département du Doubs, et dans plusieurs parties des tements du Jura et de la Haute-Saône.

Le soufre se rencontre fréquemment dans le voisinage (eaux thermales, dans lesquelles il est tenu en dissolution à l'é d'acide sulfhydrique, ou à l'état de sulfate soluble. Ces eaux déposent journellement du soufre en poudre autour des lieux d'où elles sourdent: ce soufre pulvérulent provient, soit de la décomposition de l'hydrogène sulfuré, par l'action de la chaleur et de l'oxygène dissous dans l'eau; soit de la décomposition des sulfates par des agents réducteurs, tels que des matières organiques. C'est ce que l'on observe aux eaux thermales d'Aix-la-Chapelle, d'Aix en Savoie, de Tivoli, de Balaruc, de Saint-Boës, près de Dax, etc. Les eaux minérales d'Enghien-Montmorency, près de Paris, qui paraissent sourdre à travers le gypse grossier, produisent également du soufre en pellicules minces et blanchâtres. Enfin, ce combustible se forme journellement dans nos marais, dans nos étangs, et dans tous les lieux où se trouvent des matières animales et végétales en putréfaction, tels que les égoûts, les fosses d'aisance, etc.

Dans les filons, et particulièrement dans ceux de cuivre pyriteux et de galène. Le soufre a été trouvé dans l'intérieur des filons de cuivre pyriteux qui traversent le granite, à Riepoldsau, en Souabe; dans les filons de galène du calcaire intermédiaire du pays de Siegen; dans les filons aurifères d'Ekaterinebourg, et dans les monts Altaï, en Sibérie. On le cite également dans les filons métallifères de la montagne de Chalanches, en Dauphiné; de Truskawice, dans le cercle de Sambor, en Gallicie; de Bries, Herrengrund et Bresno-Banya, en Hongrie, etc.

Dans les terrains volcaniques. Le soufre est extrêmement rare dans les terrains pyrogènes anciens. On n'en cite qu'un seul exemple dans le basalte, à l'île Bourbon. Le trachyte en a offert dans quelques points, comme au Mont-Dore en France, à Budos-Hegy, en Transylvanie, à Monserrat dans les petites Antilles, à

l'Antisana dans les Andes de Quito, etc. Mais les volcans en activité, et surtout les volcans à demi-éteints, le fournissent en très-grande quantité (le Vésuve, l'Etna, les volcans d'Islande, des îles de Ténérife et de Lancerote, de la Guadeloupe, de Sainte-Lucie, de Saint-Domingue, de Java, et d'Owaihi, l'une des îles Sandwich). Le soufre, sublimé par l'action des feux volcaniques, se dépose à la surface des laves, où il forme des croûtes et des concrétions, et on le retrouve, à la profondeur de quelques pieds, dans le sol encore fumant qui avoisine les vieux cratères. C'est surtout dans les solfatares ou soufrières naturelles, qui sont volcans à demi-éteints, des cratères encore fumants d'an- volcans affaissés, que le soufre est le plus répandu. Il de à Vulcano, une des îles Lipari; en Islande, dans les cts de Husevick et de Krysevick, situés aux extrémités opposées de l'île; le soufre y est en si grande quantité, qu'on le asse à la pelle jusqu'à la profondeur de trois à quatre pieds; à P le, près de Naples, dont le vieux cratère, qui porte le n le *solfatare* par excellence, a été exploité de toute antiquité, et où le soufre se renouvelle perpétuellement.

Annotations. — Emploi et préparation du soufre.

Le soufre, que l'on fait cristalliser par des moyens artificiels, dans des circonstances différentes de température, présente un exemple remarquable de dimorphisme : on peut l'obtenir en effet sous des formes régulières appartenant à deux systèmes différents de cristallisation, et par conséquent tout-à-fait incompatibles. On savait, depuis Rouelle, qu'en faisant fondre du soufre dans un creuset, le laissant refroidir lentement jusqu'au point d'être figé seulement à la surface, puis brisant cette croûte superficielle, pour décanter les parties encore fluides à l'intérieur, on avait ainsi une sorte de géode tapissée de cristaux de soufre en aiguilles prismatiques qui se croisent dans différentes directions. Mais, quoique leur forme ne fût pas très-difficile à déterminer, on n'avait pas encore prouvé son incompatibilité avec celle des cristaux naturels. M. Mitscherlich (1) a fait voir le premier que ces cristaux en aiguilles étaient des prismes obliques à bases rhombes (fig. 14, pl. 19), susceptibles de clivage parallèlement à leurs faces, et dans lesquels les pans *m*, *m*, font entre eux l'angle de 90°32', tandis que la base *p* est inclinée sur

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIV, p. 264.

eux de 94°5'. La fig. 15 représente une des formes secondaires du soufre fondu : le caractère de symétrie qui résulte de la disposition des facettes t, n et d à l'égard de la forme dominante, montre bien évidemment que celle-ci est un prisme rhomboïdal oblique, et que par conséquent le système cristallin est le klino-rhombique. D'après les mesures de M. Mitscherlich, l'incidence de P sur l'axe, ou sur la face d, est égale à 95°46', et celle de n sur n' à 90°18'.

Les cristaux prismatiques de soufre fondu sont, au moment de leur formation, d'une transparence parfaite; mais en se refroidissant, ils la perdent, deviennent opaques et friables, et présentent alors une cassure mate. Ce passage rapide de la transparence à l'opacité provient de ce que la structure moléculaire du soufre fondu ne peut subsister qu'à une température d'environ 111°; et que par suite du refroidissement, elle se transforme brusquement en celle qui est propre aux cristaux du soufre naturel, qui se sont produits à une température beaucoup plus basse. La forme extérieure est conservée, mais la constitution moléculaire est changée, et aussi la densité, qui est plus faible dans le soufre fondu. C'est une modification épigénique, qui nous fournit une nouvelle preuve de ce fait, que, même à l'état solide, les atomes chimiques d'un corps peuvent se grouper autrement, quand la température vient à varier, et qu'ils prennent toujours le mode d'arrangement qui convient à leur température.

Le soufre, qui a cristallisé par voie humide, c'est-à-dire par voie de dissolution préalable dans un liquide, que l'on fait ensuite évaporer lentement, présente toujours les formes du système rhombique, qui sont celles des cristaux de soufre naturel. Si, comme il résulte des expériences de M. Mitscherlich, on laisse évaporer du sulfure de carbone, tenant du soufre pur en solution, ou si, comme l'a fait anciennement Pelletier, on laisse refroidir de l'huile de térébenthine, dans laquelle on a dissous du soufre à l'aide de la chaleur, on obtient constamment des cristaux en octaèdres à bases rhombes, dont la forme est absolument identique avec celle des cristaux de la nature tant ceux des terrains volcaniques que ceux des terrains de sédiment. D'un autre côté, la vapeur de soufre, quand elle a été refroidie au-dessous de 111°, sans passer par l'état solide, se dépose de même sous la forme de petits cristaux octaèdres, semblables aux précédents. C'est ainsi que cristallise dans les volcans le soufre

qui se dégage des fissures du sol; on observe la même forme dans ceux qui se produisent sur les amas de minerai soumis au grillage.

Le soufre, considéré d'une manière générale comme substance chimique, offre donc un nouvel exemple de dimorphisme, qui, au moment où il a été signalé pour la première fois par M. Mitscherlich, a paru d'autant plus remarquable, qu'il avait lieu ici dans un corps réputé simple. Mais ce fait, si intéressant pour la chimie minérale et pour l'histoire de la cristallisation, importe peu à la méthode minéralogique, puisque le soufre naturel ne se rencontre que sous les formes d'un seul système cristallin, savoir : le système orthorhombique.

Usages. — La propriété qu'a le soufre de brûler à une température peu élevée, le fait employer avec succès pour se procurer facilement du feu, en déterminant par son moyen la combustion dans d'autres corps moins inflammables. A Paris, la fabrication des allumettes forme une branche d'industrie d'une assez grande importance. L'acide sulfureux, que l'on produit par la combustion du soufre, peut servir utilement à blanchir les tissus, et principalement les soies; à désinfecter l'air dans les endroits où il est vicié; à faire périr les mites et autres insectes destructeurs, dans les collections de zoologie. Ce même acide, ayant la propriété d'éteindre subitement les corps enflammés, sert à étouffer le feu quand il se manifeste dans une cheminée; il suffit pour cela de jeter une poignée de soufre en poudre dans le foyer.

On emploie encore le soufre pour sceller le fer dans la pierre; pour former des moules, et pour prendre des empreintes de pierres gravées. Mais ses principaux usages sont de servir à la préparation de la poudre à canon, et à celle de l'acide sulfurique, l'un des produits chimiques les plus importants. Le soufre entre pour un dixième, et quelquefois pour un cinquième, dans la composition de la poudre, où il est mêlé au nitre et au charbon. C'est encore par le concours du nitre et du soufre que l'on se procure en grand l'acide sulfurique, et dans cette opération le soufre est pour les neuf-dixièmes, et le nitre pour un dixième seulement. On peut juger par là de l'énorme quantité de ce combustible que consomment les arts chimiques. La médecine s'en sert à l'extérieur contre les maladies de la peau, et à l'intérieur contre les maladies chroniques du poumon et des viscères abdominaux. Extérieurement, on l'applique sous forme d'onguent,

en le mêlant aux corps gras, tels que le cérat ou la graisse de porc; intérieurement, on le donne sous forme de pastilles, quelquefois à la dose d'un gros par jour. Enfin, il est la base des eaux dites sulfureuses ou hépatiques.

Préparation. — On se procure le soufre de deux manières : en le recueillant immédiatement dans les solfatares et autres terrains où la nature nous l'offre à l'état isolé, et le séparant ensuite des matières terreuses avec lesquelles il est mélangé; ou bien, en l'extrayant des pyrites, c'est-à-dire des composés qu'il forme avec le fer et le cuivre, et qui sont abondamment répandus dans l'intérieur de la terre. Pour purifier le soufre des terrains volcaniques ou autres qui le contiennent à l'état de mélange avec des matières terreuses, on place le minerai dans des pots de terre, que l'on chauffe tous ensemble dans un long fourneau nommé *galère*. Ces pots communiquent avec d'autres qui sont percés à leur fond, par des tuyaux de terre. Le soufre, déjà débarrassé de la plus grande partie des matières dont il était mêlé, se sublime, s'écoule par les tuyaux dans les récipients, et va tomber dans des seaux de bois pleins d'eau, où il se fige. Dans cet état, il porte le nom de *soufre brut*, et n'est pas encore parfaitement pur. Pour achever de le purifier, on le soumet dans une chambre de plomb à une nouvelle distillation, que l'on conduit de manière à ce que l'on puisse obtenir le soufre à volonté sous forme liquide, ou sous forme pulvérulente. Dans le premier cas, le soufre va se mouler dans des cylindres de bois, et produit ce que l'on connaît dans le commerce sous le nom de *soufre en canon*. Dans le second cas, on obtient cette poudre impalpable d'un beau jaune, qu'on nomme *fleur de soufre* à cause de sa pureté.

Quant au soufre que l'on extrait des pyrites, c'est encore par une distillation qu'on parvient à l'obtenir, en chauffant le minerai dans des cylindres de terre inclinés, qui traversent un fourneau, et qui communiquent avec des récipients remplis d'eau. Une partie seulement du soufre se volatilise dans cette opération.

C'est de Sicile et de la Solfatare, près de Naples, que provient la plus grande partie du soufre qu'on emploie en France et dans le midi de l'Europe : aussi l'extraction de ce combustible a-t-elle lieu sur ces points d'une manière très-active.

Le soufre n'existe pas seulement dans la nature à l'état de pureté ou de simple mélange; on le trouve aussi à l'état de com-

binaison intime avec l'oxygène et avec différents métaux, et formant ainsi des oxydes (acides sulfureux et sulfurique), des sulfures et des sulfates métalliques. L'ordre des sulfures est l'un des plus importants de toute la minéralogie, par le grand nombre des espèces qu'il comprend, et parmi lesquelles se rencontrent les minerais dont on retire la plupart des métaux usuels.

2e Espèce. Sélénium sulfurifère.

Syn. : *Soufre sélénié; Sulfure de sélénium; Selenschwefel; Stromeyer.*

Composition chimique : Se, S.

Substance d'un jaune orangé, qui forme de petites croûtes colorées, mêlées de sel ammoniac, dans le cratère de Vulcano, petit volcan des îles Lipari, non loin de la Sicile. Elle est composée de sélénium et de soufre; Stromeyer l'a considérée comme un sulfure de sélénium, mêlé d'une petite quantité de sulfure d'arsenic. Mais, à raison de l'isomorphisme très-probable du sélénium et du soufre, on pourrait aussi l'envisager comme un simple mélange en proportions indéfinies de ces deux substances élémentaires. Pour se prononcer d'une manière définitive entre l'une ou l'autre de ces opinions, il faut attendre que sa composition chimique soit mieux connue. Suivant Mitscherlich, ses cristaux, rouges par transparence, appartiendraient au système klinorhombique. Dana cite la même substance dans le volcan Kilauea, aux îles Sandwich. Del Rio prétend avoir trouvé le sélénium natif, à Culebras, au Mexique. Il se rencontre aussi en petite quantité dans le soufre qui provient du grillage des pyrites de Fahlun, en Suède, et c'est là que Berzélius a reconnu le sélénium pour la première fois, en 1817.

Le sélénium est un corps simple, métalloïde, solide à la température ordinaire, et qui, par ses propriétés physiques et chimiques, vient se placer entre le soufre et le tellure : son aspect et sa couleur peuvent éprouver des modifications, comme dans le premier de ces deux corps : comme le second, il offre quelquefois l'éclat métallique, mais dans quelque état qu'il se présente, sa poudre est d'un rouge foncé. Le sélénium, fondu et refroidi subitement, se prend en une masse noire brillante, qui, vue en lames minces par transparence, paraît rouge. Sa densité = 4,28. Chauffé de nouveau et refroidi lentement, il est d'un gris foncé, d'un aspect cristallin, et d'une densité de 4,8. Le sélénium fond à 217°, bout à 700°, et se transforme en un gaz

jaune, qui, en se refroidissant et se condensant, donne lieu à un sublimé de couleur rouge. Chauffé à l'air, le sélénium brûle avec une flamme d'un bleu-rougeâtre, en répandant une forte odeur de rave, qui tient un peu de celle du chou pourri. Dans ses combinaisons, le sélénium a la plus grande analogie avec le soufre. Comme ce dernier, il joue le rôle de principe électro-négatif à l'égard des radicaux métalliques, et constitue des séléniures, isomorphes avec les sulfures correspondants. Tous les minerais sélénifères se reconnaissent aisément au sublimé rouge, ou à l'odeur de rave qu'ils donnent, lorsqu'on les chauffe dans le tube fermé ou dans le tube ouvert.

M. Mitscherlich a obtenu des cristaux de sélénium, par dissolution dans le sulfure de carbone. Suivant cet habile chimiste et cristallographe, ces cristaux, rouges par transparence, appartiendraient au système klinorhombique, et dériveraient d'un prisme oblique rhomboïdal de 76°20', dont la base serait inclinée à l'axe de 104°6'. Cette forme est très-rapprochée de celle du réalgar ou sulfure rouge d'arsenic.

DEUXIÈME CLASSE.

COMBUSTIBLES MÉTALLIQUES.

Ces substances se distinguent de celles de la première classe le genre de combustion qui leur est propre, par leur nature mique, et par les caractères physiques qu'elles offrent sou t d'elles-mêmes, ou qu'elles acquièrent toujours après une pré ation convenable. Toutes en effet ont un éclat particu- qui les caractérise, l'éclat métallique, ou bien, si elles ne le ıtent pas immédiatement, elles peuvent l'acquérir aisément par la simple action du brunissoir, ou par la réduction au moyen du chalumeau. Elles sont toutes formées de métaux proprement dits (ou métaux lourds), isolés ou combinés soit entre eux, soit avec des métalloïdes (ou éléments non métalliques) non comburents : de cette composition générale, il résulte qu'elles sont susceptibles de combustion, dans le sens qu'on attache à ce mot en chimie. Les combinaisons des métaux avec l'oxygène, le chlore et les autres éléments comburents, viendront après, mais elles seront rejetées dans la classe suivante, pour y être placées à côté des autres substances incombustibles. De cette manière, la seconde et la troisième classe du règne minéral se trouveront parfaitement en rapport avec les distinctions que la plupart des chimistes établissent entre les corps, lorsqu'ils les divisent en corps combustibles et en corps brûlés.

Les combinaisons avec l'oxygène et le chlore étant donc exclues de la seconde classe, il en résulte encore un caractère général, que nous avons indiqué ailleurs, et que nous devons rappeler ici : c'est que les substances de cette classe ne sont pas capables de se dissoudre immédiatement dans les acides, et qu'elles ont besoin pour cela de se combiner préalablement avec l'oxygène ou avec le chlore : aussi faut-il, pour les rendre solubles, les traiter par l'acide azotique ou par l'eau régale, qu'elles décomposent en partie, afin d'enlever à ces acides l'élément comburent qui manque en elles. Deux métaux résistent à

l'action de tous les acides connus : ce sont l'iridium et le rhodium. Deux autres, le platine et l'or, exigent pour se dissoudre l'emploi de l'eau régale, qui est un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide azotique. Mais à ce petit nombre d'exceptions près, toutes les autres substances métalliques peuvent être traitées par l'acide azotique, dans lequel elles se dissolvent en donnant lieu à un dégagement de vapeurs rutilantes.

Ajoutons encore aux caractères précédents, que les substances de la seconde classe sont généralement très-denses, opaques pour la plupart, et douées d'une couleur propre, qui reste vive après la trituration de la masse. On verra bientôt qu'elles ont aussi des manières d'être géologiques, qui sont à peu près les mêmes pour toutes. Cette classe qui renferme tous les métaux usuels, avec leurs principaux minerais, ceux du moins qui sont de nature combustible, se divise en quatre ordres ou grands genres chimiques, savoir : un ordre des métaux natifs, un ordre des métaux alliés ou combinés avec l'arsenic, l'antimoine ou le tellure, et deux ordres de métaux minéralisés par le sélénium et le soufre, l'un composé des séléniures et sulfures simples, et l'autre des séléniures et sulfures multiples.

Ier Ordre. MÉTAUX NATIFS.

(*Métaux libres, ou simplement mélangés, sans proportions définies.*)

Ire Tribu. Rhomboédriques.

* *Gazolytes.*

1re Espèce. Osmium iridifère. Os, Ir.

Syn. : *Iridium osmié, ou Iridosmine ; Osmiure d'iridium.*

Substance métallique d'un blanc d'étain ou d'un gris de plomb, le plus souvent en grains irréguliers, aplatis, quelquefois en petites tables hexagonales, qui sont des prismes hexaèdres tronqués sur toutes les arêtes des bases. Les troncatures prolongées forment un dirhomboèdre, dont les angles sont de 124° à la base, et de 127°36' aux arêtes terminales. Ces petits cristaux offrent un clivage basique assez net. Ils sont très-peu ductiles, ou même presque cassants. Leur dureté = 7 ; leur densité varie de 19,5 à 21. Ils sont composés d'osmium et d'iridium, dans des proportions très-variables ; en effet, les analyses

ns conduisent aux formules suivantes : $IrOs$, $IrOs^3$, et u autre analyse de Thomson, relative à une variété l, semble indiquer un autre rapport, dans lequel le pre- métal serait à son tour en quantité prédominante. S'il y a ment combinaison définie entre les deux métaux, on est d'admettre plusieurs espèces, deux au moins, dont l'une, pondante à la première formule de Berzélius, contiendrait d'osmium, et l'autre, représentée par la seconde formule , contiendrait 75 % du même métal. C'est en effet à cette : de voir que se sont arrêtés la plupart des minéralo- et entr'autres M. Haidinger, qui désigne la première es- $IrOs$) par le nom de *Newjanskite*, et la seconde ($IrOs^3$) par le *Sisserskite*.

ı, si l'on rapproche ce fait de la variabilité des proportions cet alliage naturel, de celui de l'unité de forme cristalline, par les recherches de M. G. Rose (1), on est amené à ne lans ce minéral qu'un simple mélange entre deux métaux rphes, qui conserve la même forme, quelles que soient les tions des composants.

G. Rose a reconnu en effet que les trois composés $IrOs$, , $IrOs^4$, analysés par Berzélius, avaient une seule et même , celle du prisme hexagonal modifié sur les arêtes des que nous avons indiquée plus haut, et, de ce fait, rap- hé de celui qui se rapporte à la composition, il a conclu naturellement que l'osmium pur et l'iridium pur doivent ir aussi la même forme.

Dans tous les cristaux observés par lui, les troncatures des tes horizontales étaient inclinées sur l'axe de 31°33'; et si l'on remplace les arêtes terminales alternatives du dodécaèdre des facettes tangentes, qui seront de même inclinées à l'axe 31°33', ces facettes prolongées formeront entre elles un boèdre de 84°52', peu différent de celui de l'arsenic (85°4') le ceux des autres métaux rhomboédriques. Une telle coïn- e rend fort probable le point de vue adopté par l'habile llographe ; et nous regarderons avec lui le rhomboèdre de 14°52', dont l'axe principal = 1,41, comme étant la forme pri- tive commune de l'osmium et de l'iridium. On sait d'ailleurs ces deux métaux ont sensiblement le même poids atomique : e rhomboèdre de 84°52' étant pris pour forme fondamentale,

Ueber die Krystallform der rhomboedrischen Metalle, par G. Rose. Berlin,

le prisme et le dodécaèdre sont alors des fort présentées la première par le signe d^1, et la sec é] le e_2 (1).

D'après les raisons que nous venons de déduire, nous c dérerons l'osmium iridié comme un simple mélange, à pro tions variables, dans lequel l'osmium est ordinairement quantité atomique prédominante, et qui prendra place lement en tête de la tribu des métaux rhomboédriques, à de l'arsenic, dont il se rapproche beaucoup par sa forme c line. Si l'on aimait mieux y voir plusieurs combinaisons et par conséquent plusieurs espèces, comprises sous le nérique d'osmiures, et correspondantes aux variétés princi que nous allons distinguer dans un instant, c'est dans le s ordre de la classe des métaux, celui des arséniures et composés analogues, qu'il faudrait reporter ces mêmes en les plaçant à côté des arséniures et antimoniures de ni

VARIÉTÉS PRINCIPALES.

1. *Osmium iridifère*, de couleur sombre. Iridosmium, I mann, Sisserskite, Haidinger. D'un gris de plomb ou d en cristaux granuliformes ou en petites tables hexagon avec un anneau de facettes autour des bases, et un clivage sible parallèlement à celles-ci. P.S = 21,2. Composition c que : $IrOs^3$, ou $IrOs^4$; ou en poids, avec la première form $Os = 75$, et $Ir = 25$; et avec la seconde, $Os = 80$, $Ir = 20$. variétés sont les plus riches en osmium. A une haute tem ture, elles dégagent une forte odeur d'osmium, c'est-à-dire

(1) On verra plus loin que l'iridium natif cristallise aussi en cube, et qu'il est, par conséquent, dimorphe. Il en est de même du palladium, et il se pourrait bien faire que tous les métaux rhomboédriques et cubiques fussent dans le même cas, c'est-à-dire que tous les métaux des deux tribus seraient isodimorphes entre eux. M. G. Rose fait remarquer avec raison l'analogie de forme des métaux rhomboédriques avec certains oxydes de la formule R^2O^3, tels que le corindon, le fer oligiste, le fer titané, l'oxyde antimonique et l'acide arsénieux, parmi lesquels il en est quelques-uns qu'on a observés aussi sous les formes des deux systèmes : on sait que la forme ordinaire du corindon et du fer oligiste est un rhomboèdre d'à peu près 86°, très-voisin de ceux des métaux rhomboédriques; et, comme l'osmium iridié, ils offrent souvent pour forme secondaire, le même prisme hexagonal, terminé par un dodécaèdre de même origine. M. G. Rose fait encore une observation assez curieuse : c'est que les oxydes dont les radicaux appartiennent plus particulièrement à la série rhomboédrique, sont ceux qui cristallisent le plus ordinairement dans l'autre système, et *vice versâ*.

d'acide osmique qui ont une odeur pénétrante et carac-
ue. Chauffé sur le charbon avec le chalumeau, le minerai
tit noir, et donné en même temps l'odeur dont il s'agit; avec
me de l'esprit-de-vin, il devient très-brillant, et colore cette
: en rouge-jaunâtre. Il se trouve avec le platine dans les
des monts Ourals, à Sissersk, Nischne-Tagilsk et Cathe-
urg; mais il y est beaucoup plus rare que la variété sui-
. On le cite aussi dans l'Amérique septentrionale, en Cali-
e.

Osmium iridifère, de couleur claire. Osmiridium, Haus-
l; Newjanskite, Haidinger. Minerai d'un blanc d'étain, en
s tables hexagonales, offrant la même forme et le même
: que le précédent. P.S = 19,5.— Composition chimique :
ou en poids : Os = 49, Ir = 47, avec un peu de rhodium
fer. Infusible au chalumeau, et ne développant pas
lui-même l'odeur d'osmium sur le charbon; mais fondu
le nitre dans le petit matras, il dégage des vapeurs odo-
es, et se réduit en une masse saline de couleur verte, qui,
te dans l'eau et chauffée, donne un précipité bleu d'oxyde
ium.

trouve cette variété, qui est la plus abondante, dans les
s aurifères des monts Ourals, à Newjansk et Kuschwinsk;
dans l'Amérique méridionale, avec l'or et le platine, au
, dans la province de Minas Geraes, et à la Nouvelle-Gre-
, dans la province de Choco. On le cite encore comme exis-
à Bornéo, dans la mer des Indes. C'est dans ce minerai que
n-Tennant a découvert en 1803 les deux métaux aux-
l a donné les noms d'osmium et d'iridium, le premier
nommé à cause de l'odeur qu'il développe, et le second, à
des couleurs variées que présentent ses combinaisons sa-
. L'osmium est un métal qui se rapproche beaucoup des
lloïdes par ses propriétés chimiques.

2e Espèce. Arsenic.

Syn. : *Gediegen Arsenic; Scherbenkobold; Arsen.*

Caractères essentiels.

Composition chimique : As, ou arsenic pur, un des corps
ples, que ses propriétés physiques peuvent faire considérer
ne un métal, mais que ses combinaisons chimiques rap-
nt des métalloïdes.

Forme cristalline fondamentale : le rhomboèdre aigu de 85°4' (d'après G. Rose), dont l'axe principal = 1,4025, les axes secondaires étant pris pour unité. Breithaupt, qui le premier a déterminé les formes de l'arsenic, avait adopté, pour forme primitive le rhomboèdre tangent b^1 (fig. 16, pl. 19), dont l'angle au sommet est de 114°.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Clivage très-net et très-parfait perpendiculairement à l'axe principal, ou parallèlement à la troncature a^1, base des prismes hexagonaux. Cette face de clivage est très-brillante dans les cristaux artificiels. Des clivages imparfaits s'observent parallèlement aux faces des rhomboèdres P et b^1. Par la combinaison de ces différents clivages, on peut obtenir à volonté des rhomboèdres simples, des solides octaédriformes (rhomboèdres basés), et des tétraèdres (pyramides droites à base équilatérale).

Physiques.— Densité : 5,8.— Dureté : 3,5. — Ténacité : très-cassant. — Cassure inégale, à grain fin. Aspect extérieur : opaque, d'un éclat métallique, et d'un gris de fer ou de plomb dans les cassures fraîches; mais noircissant promptement à l'air par la formation d'un sous-oxyde à la surface.

Chimiques. — Sous la pression ordinaire, entièrement volatil, sans se fondre dans le tube fermé; la vapeur d'arsenic est incolore, et a une odeur d'ail très-caractéristique; pour développer cette odeur, il suffit de projeter une pincée de poudre d'arsenic sur un charbon incandescent. La vapeur d'arsenic se dépose toujours dans la partie froide des tubes sous forme d'enduit cristallin gris-noirâtre : il est donc facile d'obtenir l'arsenic cristallisé par voie de sublimation. Volatile à l'état d'oxyde blanc dans un tube ouvert par les deux bouts : on obtient ainsi des vapeurs blanches d'acide arsénieux, qui se condensent en une matière cristalline blanche et vitreuse. Attaquable par l'acide azotique qui l'acidifie en se décomposant en partie, après quoi il se dissout dans l'excès d'acide.

L'arsenic natif est rarement parfaitement pur; il est souvent mélangé de quelques centièmes d'antimoine ou de bismuth; et quelquefois d'un peu d'arséniure d'argent ou de cobalt.

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

difications sur les arêtes : b^1 — sur les angles : a^1, $e^{4/3}$.

L'arsenic natif présente rarement des cristaux détermina-; ses formes ont été la plupart observées sur des cristaux iels.

1. Le *rhomboèdre primitif* P; et le même *basé*, Pa^1 : observés ithaupt, P sur P = 85°4'; P. sur a^1 = 121°42'.

Le *rhomboèdre équiaxe* b^1, simple ou basé; observé par le — b' sur b' = 113°59; b^1 sur a^1 = 141°.

La première variété, basée, augmentée du rhomboèdre $e^{4/3}$, et s'offrant sous la forme de tables hexagonales à bords és : P$e^{4/3}a^1$ — $e^{4/3}$ sur $e^{4/3}$ = 73°35; $e^{4/3}$ sur a^1 = 112°23'. Sou- t les cristaux se groupent deux à deux par juxtaposition, ou entrecroisement, le plan de jonction étant parallèle à une face b^1. Le rhomboèdre e^1, qui serait le premier terme de la série ndante des rhomboèdres tangents, différerait peu par son e du rhomboèdre $e^{4/3}$, que M. Rose s'est cru obligé d'ad- e, parce que les arêtes d'intersection de ses faces avec s du rhomboèdre P ne sont pas parallèles entre elles.

Formes indéterminables.

s la nature, l'arsenic présente rarement des cristaux dé- bles; il s'offre presque toujours en cristaux prismati- s allongés, dont il est difficile de déterminer la forme, et ituant les variétés qu'on nomme *bacillaires* et *aciculaires;* baguettes et aiguilles, engagées dans de la dolomie ou du spathique, sont tantôt parallèles et tantôt radiées.

C rencontre aussi l'arsenic en *concrétions tuberculeuses*, ou *elonnées*, composées de couches qui se recouvrent les unes utres, à la manière des lames qui composent les coquilles, ce i lui a fait donner le nom d'arsenic *testacé*.

Il forme quelquefois à la surface de différentes pierres, des enduits minces, à éclat métallique (arsenic spéculaire). — Ces pierres sont toujours des portions de salbande de filon, en sorte que le minerai semble devoir son poli et son éclat au frottement des parois du filon contre la roche encaissante.

Enfin, on le rencontre à l'état *amorphe*, composant de | masses à grains plus ou moins fins, ou à texture compacte.

Une variété de mélange avec le bismuth, nommée *Arsen-glanz*, et trouvée près de Schneeberg et de Marienberg en Sax, a été considérée à tort comme un arséniure de bismuth, le deux métaux étant isomorphes entre eux.

Gisements et usages. — L'arsenic ne forme presque jam filons particuliers, mais il se rencontre fréquemment dan filons d'argent sulfuré, de cuivre gris, de galène, et surtout ceux qui renferment les minerais arsenifères de cobalt et d nickel. On le trouve en France à Allemont, dans le ment de l'Isère, et à Sainte-Marie-aux-Mines, dans les V Il est assez commun dans les mines du Harz, de la Saxe et la Souabe.

Les usages de l'arsenic métallique sont très-bornés. On le entrer dans quelques alliages; et l'on s'en sert pour faire les mouches, en le mettant en poudre dans une assiette l'on recouvre d'eau. On l'emploie aussi à la préparation l'*oxyde blanc*, qui est un poison très-violent. Mais, en gén on le rejette dans les grands travaux métallurgiques, où il s rait nuisible, en modifiant d'une manière fâcheuse les propriét des autres métaux; on l'éloigne aussi des usages domestiqu où il pourrait être dangereux, à cause de la facilité avec l quelle il s'oxyde.

3e Espèce. TELLURE.

Syn. : *Gediegen Tellur; Sylvan; Sylvanite.*

Le tellure présente de grandes analogies avec l'antimoi sous le rapport des caractères physiques; mais ses propriétés cl miques le rapprochent davantage du sélénium et du soufre. n'a encore été trouvé qu'à Facebay, près de Zalathna, en Tra sylvanie, disséminé dans le quarz de certains filons aurifèr On l'avait remarqué depuis longtemps et on le désignait sous noms de *Aurum paradoxum*, et de *Metallum problematicum*; m ce n'est qu'en 1798 que Klaproth détermina rigoureusement nature et ses propriétés chimiques. W. Phillips et G. Rose c fait connaître ensuite ses formes cristallines.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Te, ou tellure, un des corps sim de la chimie.

ine fondamentale : le rhomboèdre aigu de
γ, t voisin de ceux de l'arsenic et de l'antimoine, entre
il est compris. L'axe principal de ce rhomboèdre =
1,33 .

Caractères distinctifs.

(TRIQUES. — Selon Breithaupt, des clivages existent parallement aux faces du rhomboèdre tangent b^1 de 115°, analogue à ii que l'on observe souvent dans l'arsenic et dans l'anti- ; mais ils sont peu distincts; un clivage plus net aurait parallèlement à la base des prismes hexagonaux a^1. Ces nt difficiles à apercevoir dans les cristaux naturels, à le leur extrême petitesse. La structure cristalline est plus ap ente dans les cristaux de la même substance qu'on peut obtenir artificiellement, soit par la fusion, soit par la décompo- on spontanée d'une dissolution de tellurure de potassium ou d'ammonium dans l'eau. M. G. Rose a observé des clivages très- les parallèlement aux pans d'un prisme hexagonal; et on lui, le clivage basique serait beaucoup moins parfait.

PHYSIQUES. — Densité 6,2. — Dureté 2,5; tendre et fragile. Aspect extérieur : opaque et métallique, d'un blanc d'étain ou d'un gris d'acier.

CHIMIQUES. — Très-fusible au chalumeau; volatilisable dans le tube fermé, en formant dans le haut du tube un dépôt de matière grise. Quand on le grille dans le tube ouvert par les deux bouts, il répand une fumée blanche, sans odeur si le minéral est pur; cette fumée forme à l'extrémité du tube un dépôt d'oxyde tellurique, qui, après le refroidissement, se présente sous l'aspect d'une poudre blanche ou jaune de paille; mais si l'on chauffe de nouveau l'endroit où cette poudre s'est déposée, elle se fond en gouttelettes limpides ou incolores. Cet oxyde a aussi la propriété de communiquer aux bords de la flamme du chalumeau une belle couleur verte. Brûlant sur le charbon, avec cette même flamme verte, et en laissant un dépôt blanc, bordé de rouge. Soluble dans l'acide acétique, qui le fait passer à l'état d'oxyde, en dégageant des vapeurs rutilantes; soluble aussi dans l'acide sulfurique concentré, mais sans oxydation; la solution est d'un rouge bleuâtre, et il en est précipité par l'eau à l'état métallique.

D'après les analyses de Klaproth et de Pest, le tellure natif se compose presque entièrement de tellure pur, avec quelques

traces seulement de fer et d'or. Dans une des analyses de Klaproth, la proportion du fer s'est élevée jusqu'à 7 pour cent.

Ce minéral, jusqu'ici fort rare, ne se rencontre qu'en petites masses grenues, au milieu des gangues quarzeuses ou argileuses des filons aurifères de la Transylvanie; dans les cavités du quarz, on voit quelquefois de petites géodes, tapissées de cristaux presque microscopiques de tellure, entremêlés de cristaux d'or et de quarz hyalin. Ce sont là les seuls cristaux connus de ce minéral. Ces cristaux ont ordinairement la forme d'un prisme hexagonal, tronqué sur toutes les arêtes des bases. C'est en prenant les faces alternatives, parmi celles qui forment ces deux anneaux de facettes terminales, que M. Rose a obtenu le rhomboèdre de 86°57', qu'il adopte pour forme primitive. Le même savant a observé dans les cristaux artificiels, des prismes hexagonaux, terminés par un rhomboèdre, beaucoup plus aigu, de 71°51'. La galène, la blende, la pyrite et l'argyrose accompagnent souvent ce minéral. Le seul lieu où il existe en quantité un peu notable, est la mine *Maria Loretto* à Facebay, près de Zalathna, en Transylvanie.

** *Leucolytes.*

4e Espèce. Antimoine.

Syn. : *Gediegen Spiesglas*, Werner; *Rhomboedrisches, Antimon*, Mohs; *Stibium*, Linn.

Le nom d'antimoine se rencontre dans les ouvrages des alchimistes du XIe siècle; mais par ce nom, ils désignaient surtout le minerai gris que nous appelons *stibine*, ou sulfure d'antimoine. Ce fut Basile Valentin, qui, au XVIIe siècle, en retira le métal, qui était pour lui le régule d'antimoine. Ce métal a été trouvé ensuite à l'état natif par Swab dans la mine de Sala, en Suède, et retrouvé dans celles de Catherine Neufang, près d'Andreasberg au Harz, et d'Allemont en Dauphiné. L'antimoine natif et le sulfure d'antimoine ont pour caractères communs de donner par le grillage sur le charbon, une fumée blanche épaisse, qui se condense promptement et forme autour de la matière d'essai un dépôt blanc, cristallin, fusible et volatil (oxyde d'antimoine). Ce sublimé, mis dans le petit matras de verre, se volatilise d'un point à un autre du tube, aussitôt qu'on dirige sur lui la flamme du chalumeau; il est attaquable par l'acide chlorhydrique, et la solution donne par l'acide sulfhydrique un précipité jaune-

é (sulfure d'antimoine hydraté), et par l'eau un précipité , formé en très-grande partie d'oxyde antimonique.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Sb, un des corps simples de la chimie.

rme cristalline : Le rhomboèdre 87°35' (G. Rose) — axe ıl : $a = 1,3068$.

Caractères distinctifs.

(MÉTRIQUES. — Forme fondamentale et la plus ordinaire : mboèdre de 87°35'. C'est celle qu'on obtient ordinairement la fusion du métal.

Clivages : Un clivage très-net a lieu perpendiculairement à e; d'autres clivages, un peu moins parfaits, mais encore très-sibles, s'observent parallèlement aux faces du rhomboèdre b^1 117°8'. Ces différents clivages, en se combinant entre eux, nent des solides octaédriformes, qui ne sont que des rhomboèdres basés, et non pas, comme on le croyait autrefois, des octaèdres réguliers. On aperçoit encore des traces de clivage lèlement aux faces du premier rhomboèdre aigu e^1 de la ie des rhomboèdres tangents; et à celles du second prisme gonal d^1. En tout : dix directions de clivage.

ies : les faces terminales, ou basiques, offrent une disposition de ies triangulaires. Les faces de clivage parallèles à P sont iées horizontalement, et aussi dans le sens de leurs arêtes d'intersection.

PHYSIQUES. — Dureté : 3,5. Aigre et facile à réduire en poudre ; nt une cassure lamelleuse, à raison de sa grande tendance à la cristallisation. Densité : 6, 5. Celle de l'antimoine du commerce est 6,702. Couleur, blanc d'étain, ou d'argent. Eclat métallique, joint à l'opacité.

CHIMIQUES. — Fusible à + 425° ; et très-peu volatil à une haute te érature. A la chaleur rouge, il s'embrase et brûle sans ne, en répandant une fumée épaisse d'oxyde antimonique, et déposant sur le charbon des fleurs d'antimoine. Attaquable par l'acide azotique étendu, en formant un précipité blanc immédiat (sous-azotate d'antimoine), qui, étant chauffé sur le charbon, se réduit à l'état d'oxyde antimonique, et en reproduit

tous les caractères. Colorant légèrement la flamme du chalumeau en vert.

Composition chimique : L'antimoine natif est presque de l'antimoine pur, avec quelques traces d'argent et de fer; quelquefois cependant il est mélangé d'arsenic, avec lequel il est isomorphe; et ce mélange constitue une variété particulière, sous le nom d'antimoine arsenifère.

Analyse de l'antimoine natif d'Andreasberg, par Klaproth :

Antimoine.	98,00
Argent.	1,00
Fer..	0,25
	99,25

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : b^1, d^1.
— sur les angles : a^1, a^2, e^1.
Incidence de a^2 sur $a^2 = 144°24'$; de e' sur $e = 69°23'$.

1. Antimoine *cristallisé*. Les cristaux naturels sont ordinairement des combinaisons de P, a^1, a^2, mais le plus souvent groupés, de manière que le plan de jonction est une face de b^1. Le groupement se répète souvent entre plusieurs cristaux, sans qu'il y ait changement dans la loi, et il se forme ainsi des groupes symétriques, ayant pour point de départ un cristal central (cristaux d'Andreasberg).

Mohs prétend l'avoir observé en petits rhomboèdres aigus, groupés confusément sous forme sphéroïdale. Ces rhomboèdres de 69°23' représentent le premier rhomboèdre aigu de la série des rhomboèdres tangents, que donne la forme fondamentale. Mais cette variété s'observe très-rarement (à Andreasberg, au Harz). Le plus souvent, l'antimoine ne s'offre qu'en petites masses grenues ou lamellaires, en rognons composés de lames courbes, disséminés dans les matières pierreuses des filons.

Il est facile de l'obtenir artificiellement à l'état cristallin : il suffit pour cela de le faire fondre, de le laisser refroidir peu à peu, et de décanter après la solidification de la surface, la partie encore liquide qui occupe le centre. Quand on verse celle-ci dans un vase conique, pour la laisser ensuite se refroidir, elle se prend en un culot, qui présente à sa surface une cristallisation

en étoiles, dont les rayons branchus partent de l'axe du cône, et peuvent être comparés pour leur forme aux feuilles de fougère. Cette disposition se remarque dans tous les pains d'antimoine du commerce. Les formes les plus simples que l'on ait pu obtenir par la fusion de l'antimoine, sont : 1° le rhomboèdre basé, de 117°8', avec des facettes correspondant aux clivages surnuméraires, que nous avons indiqués plus haut; 2° et le plus ordinairement, le rhomboèdre aigu, de 87°35'. Ce rhomboèdre étant très-voisin du cube, cela explique comment d'anciens auteurs ont pu dire que l'antimoine leur avait offert des cristaux cubiques. C'est parce que ce rhomboèdre est le plus commun, que M. Rose l'a choisi pour forme fondamentale de l'antimoine; et ce choix a entraîné celui des rhomboèdres correspondants, dans les autres espèces isomorphes.

2. Antimoine natif *amorphe*. En petites masses irrégulières, ou réniformes.

APPENDICE.

Antimoine *arsenifère*. Arséniure d'antimoine, Beudant; Arsenik-Antimon, et Arsenik-Spiessglanz, des auteurs allemands; Antimoine testacé, des anciens minéralogistes. Mélange d'antimoine et d'arsenic, dans des proportions variables. L'antimoine et l'arsenic étant isomorphes entre eux, il est difficile d'admettre une combinaison parfaitement définie entre ces deux éléments; aussi les analyses de Mongez, de Thomson, de Steinmann, et de Rammelsberg, indiquent-elles pour la proportion d'arsenic, des quantités qui varient depuis 3 jusqu'à plus de 60 pour cent. Nous considèrerons donc ce minéral comme une simple variété de mélange de l'espèce qui nous occupe.

Cette variété ne se rencontre qu'en masses testacées, qui présentent dans leur cassure des couches curvilignes, et rappellent assez bien la forme et la texture de certaines coquilles. Sa couleur tire sur le gris de plomb ou d'acier; et sa surface est quelquefois recouverte d'un enduit terreux, d'un noir brunâtre. Il se distingue de l'antimoine natif, en ce qu'il répand par le choc, et surtout par l'action du chalumeau, une odeur d'ail plus ou moins sensible. On ne la trouve que dans quelques-unes des localités où se rencontre l'antimoine pur (à Allemont en Dauphiné; à Przibram en Bohême, et Andreasberg au Harz).

Gisements et usages. — L'antimoine du commerce est d'un blanc d'étain tirant sur le bleuâtre. Celui de la nature a souvent

une nuance jaunâtre ou gris de perle, mais seulement à la superficie. Quelquefois, il est accompagné d'oxyde antimonique terreux, provenant sans doute de l'altération qu'il a éprouvée dans le sein de la terre.

L'antimoine natif se trouve dans les filons qui traversent le gneiss et le phyllade, particulièrement dans ceux qui renferment des minerais arsenifères. Il y est accompagné d'arsenic natif, de stibine ou antimoine sulfuré, de discrase ou argent antimonial, de galène, etc. On l'a trouvé d'abord, en petites masses lamellaires, engagées dans un calcaire saccharoïde, à Sala, en Suède. On l'a retrouvé ensuite à Allemont, dans le Dauphiné, où il accompagne l'antimoine arsenifère; il y est souvent revêtu d'une croûte terreuse d'oxyde d'antimoine. Plus tard, on l'a rencontré dans plusieurs mines des environs d'Andreasberg, au Harz; à Przibram, en Bohême; à Villarica, au Brésil; à Cuencame, los Pozuelos, au Mexique; et dans le Connecticut, aux Etats-Unis.

L'antimoine est un métal cassant, qui à l'état de pureté n'est d'aucun usage. Il rend les métaux avec lesquels on le combine, plus cassants et plus durs, qu'ils ne le sont naturellement, ce qui fait qu'on l'emploie principalement à l'état d'alliage. Il entre avec le plomb dans la composition des caractères d'imprimerie; avec l'étain, dans celle des couverts et de la vaisselle, dont ce dernier métal forme la base; dans la composition de l'alliage, appelé *métal du prince Robert*, qui est dur, d'un blanc d'argent, et susceptible d'un beau poli. Enfin, il sert à la préparation de plusieurs médicaments, entre autres de l'émétique, qui est un tartrate de potasse et d'antimoine, du kermès officinal ou de la poudre des Chartreux, du soufre doré, du verre d'antimoine, etc.

L'antimoine natif étant d'une grande rareté, c'est un autre minerai (le sulfure d'antimoine, ou la stibine) que l'on exploite, pour en extraire ensuite le métal. Comme on le verra à l'article de ce minerai, la France est un des pays qui produisent le plus d'antimoine, et elle pourrait encore accroître ce genre de production, si cela devenait nécessaire.

5e Espèce. **Bismuth.**

Syn. : *Gediegen Wismuth*, Werner; *Bismuth natif*, Haüy.

Ce métal était connu des anciens, qui le confondaient avec [illegible] b et avec l'étain; Agricola l'a désigné pour la première [illegible] le nom de *Bisemutum*; Stahl et Dufay en ont reconnu les [illegible]étés distinctives. A l'état pur, il ressemble beaucoup à [illegible]imoine; mais il est d'un blanc-rougeâtre, il est cassant et [illegible] à pulvériser, et a beaucoup de tendance à cristalliser. On [illegible]nt aisément sous forme cristalline, en faisant fondre du [illegible]th dans un creuset; lorsque le métal est fondu, on le [illegible] refroidir, et dès que la surface du métal est figée, [illegible]rce la croûte, et l'on décante la partie encore liquide. [illegible] le refroidissement, on brise le creuset, et on le trouve [illegible]sé à l'intérieur de cristaux, dont la forme ressemble à ceux [illegible]sel marin. Ces cristaux, comme ceux de l'antimoine fondu, [illegible]issent être des cubes, dont les surfaces seraient excavées [illegible]trémies, avec cette différence que les lames qui les compo[illegible], ne sont pas complètes, comme celles du sel marin, mais [illegible]ent en certains endroits, vers leurs bords, des interrup[illegible] et des inflexions qui imitent les dessins dits *à la grecque*. [illegible] cristaux ont été pris généralement pour des cubes; mais ce [illegible]nt que des rhomboèdres, légèrement aigus ou cuboïdes, de 87°40', suivant M. G. Rose, et par conséquent presque identiques avec ceux de l'antimoine.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Bi, un des corps simples de la chimie.

Forme fondamentale : le rhomboèdre de 87°40' (G. Rose). — Axe principal : 1,3035.

Caractères distinctifs.

Géométriques.— Forme habituelle : le rhomboèdre de 87°40 ; c'est celle que l'on obtient, lorsqu'on fait cristalliser le métal par fusion et refroidissement. Clivages : les mêmes que dans l'antimoine natif, à l'exception de ceux qui, dans cette dernière espèce, sont parallèles aux pans de l'un des prismes hexagonaux. Les plus nets sont ceux qui sont parallèles aux faces du premier rhomboèdre aigu e^1, de 69°28 ; et à la base a^1. Ce dernier cli-

vage, qui tronque un des angles du rhomboèdre cuboïde, sans se répéter sur tous les autres, rend impossible l'admission du cube, comme forme primitive de l'espèce. Les clivages les moins sensibles sont parallèles aux faces du rhomboèdre tangent b^1, dont l'angle est de 117°13'.

Indépendamment des formes cristallines que nous venons d'indiquer, M. Haidinger cite encore un rhomboèdre aigu d'environ 71°, qu'il aurait observé sur des cristaux artificiels : c'est probablement le rhomboèdre $e^{4/3}$, correspondant à celui qui existe dans l'arsenic.

PHYSIQUES. — Dureté : 2,5. — Densité : 9,8 ; peu malléable et même cassant. — Couleur : le blanc avec un reflet rougeâtre. Éclat métallique, joint à l'opacité.

CHIMIQUES. —Fusible à 264°; il fond à la simple flamme d'une bougie; comme l'eau, il se dilate au moment de la solidification; se volatilisant à la chaleur blanche. Chauffé à l'air, il brûle avec une flamme bleuâtre, en répandant des fumées jaunes qui couvrent le charbon. Il est soluble dans l'acide azotique, avec dégagement de gaz nitreux : l'addition d'une certaine quantité d'eau pure le précipite en blanc de ses dissolutions par les acides.

Le bismuth naturel est rarement pur : il est presque toujours mélangé d'une certaine quantité d'arsenic; plus rarement, il s'allie au tellure, et quelquefois au sélénium et au soufre. On le trouve ordinairement à l'état lamellaire, ou sous forme de ramifications, qui présentent les structures palmée ou penniforme, et qui sont disséminées dans le quarz ou le jaspe, dans le calcaire spathique ou la barytine. Il se rencontre principalement dans les filons arsenifères, argentifères et cobaltifères, à Bieber dans le Hanau ; à Wittichen, en Souabe ; à Joachimsthal, en Bohême ; à Schneeberg, en Saxe ; à Bisberg et à Bastnaës, en Suède. On en trouve aussi des traces dans la mine de plomb de Poullaouen, en Bretagne, et dans la vallée d'Ossau, chaîne des Pyrénées.

Le principal usage du bismuth consiste dans les alliages qu'on en fait avec diverses substances métalliques, entre autres avec l'étain, auquel il donne plus d'éclat et de dureté. Il est un des composants de l'alliage fusible de D'Arcet. On a proposé de l'employer dans l'étamage des glaces, et de le substituer au plomb dans l'essai de l'argent à la coupelle.

APPENDICE.

Bismuth *tellurifère.* Syn. Tellurure de Bismuth; Bornine, Beudant; Tétradymite, Haidinger; Tellure sélénié bismuthifère, Haüy. — Argent molybdique; Molybdän-Silber, Werner.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Bi, Te; Bismuth et Tellure; métaux isomorphes alliés en proportions variables, et mêlés quelquefois d'un peu de soufre et de sélénium (1).

Forme cristalline : le rhomboèdre aigu de 67°; dont le rhomboèdre tangent diffère peu du rhomboèdre fondamental du bismuth.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme dominante : rhomboèdre basé; clivable, avec beaucoup de netteté parallèlement à la base, qui montre des stries dans trois directions. Les cristaux sont des combinaisons de plusieurs rhomboèdres aigus, parmi lesquels on en remarque un de 81°; ils sont rarement simples, mais forment des groupes de deux individus, ayant pour plan de jonction une face tangente à l'une des arêtes culminantes du rhomboèdre fondamental. Le groupement peut se répéter sur les trois arêtes, qui aboutissent à un même sommet, et on a alors le groupe de quatre individus, fig. 36, pl. 13 (voyez 1er vol., p. 210), lequel a fait donner à la substance le nom de tétradymite.

Physiques. — Densité : 7,5. — Dureté : 1,5; tendre; flexible, en lame mince. Eclat, métallique. Couleur, le gris de plomb, ou le blanc d'étain.

Chimiques. — Fusible au chalumeau, en dégageant quelquefois une odeur de sélénium (variété de Tellemarken), et réductible sur le charbon en globule métallique, qui l'entoure d'une auréole d'oxyde orangé. Dans le tube ouvert, il donne un sublimé blanc d'oxyde de tellure. Il est attaquable par l'acide azotique, quelquefois avec séparation d'une petite quantité de soufre; la solution précipite par l'addition de l'eau, et par l'azotate de baryte.

(1) On verra plus loin que le soufre et l'arsenic, lorsqu'ils sont en présence et qu'ils cristallisent ensemble, peuvent se remplacer l'un l'autre, ce qui peut faire supposer qu'ils deviennent alors isomorphes. Il en est probablement ainsi du soufre et du sélénium à l'égard du tellure, dans le cas dont il s'agit.

La variété argentifère de Deutsch-Pilsen, improprement appelée *argent molybdique*, devient brune, avant de se fondre dans le tube ouvert.

Analyses.

De la Bornine de Schubkau (tétradymite).

	Par Wehrle.		Par Berzélius.
Bismuth	60,0		58,30
Tellure	34,6		36,05
Soufre	4,8		4,32
Sélénium	traces.	gangue	0,75
	99,4		99,42

De la Bornine de Deutsch-Pilsen (Molybdänsilber).

	Par Wehrle.
Bismuth	61,15
Tellure	29,74
Soufre et sélénium	2,33
Argent	2,07
	95,29

VARIÉTÉS.

1. Bornine *cristallisée;* en rhomboèdres basés, simples ou groupés régulièrement; en lames hexagonales, à pans alternativement inclinés dans un sens et dans l'autre.

2. Bornine *granulaire*; en grains isolés ou aggrégés.

Sous le rapport de la composition, on peut distinguer trois variétés principales:

La bornine *sulfurifère* (ou la *tétradymite*), qui ne renferme que du tellure, du soufre et du bismuth (variétés de Schemnitz et du Brésil).

La bornine *sélénifère* (Selenwismuth), découverte par Esmark, en Norwège.

La bornine *argentifère* (anciennement l'argent molybdique; (Molybdänsilber) de Deutsch-Pilsen, en Hongrie. Cette variété s'éloigne un peu des précédentes par ses caractères physiques, et notamment par sa pesanteur spécifique, qui est un peu plus considérable (8,4 selon Wehrle). Aussi, quelques minéralogistes en font-ils une espèce à part. La seule analyse de ce minéral que l'on possède jusqu'à présent, et qui a donné une perte d'à-

5 %, n'est guère propre à confirmer la justesse de ce
le vue; car, si l'on admettait que ce qui manque à cette
se est du tellure, la composition qu'elle représenterait
ait presque complètement identique avec celle de la
rmite.

La bornine est une substance très-rare, qui n'a encore été
ée qu'en très-petite quantité, et dans un petit nombre de
is seulement. La variété dite tétradymite existe à Schub-
près de Czernowitz, et non loin de Schemnitz, en Hongrie,
es bords de la Gran, dans les fissures d'un conglomérat tra-
ique. On la trouve aussi près de Rezbanya, et suivant M. de
, près de San-José, au Brésil, dans un calcaire saccha-
, avec pyrite magnétique. La variété sélénifère a été trou-
n Norwège, à Tellemarken, avec la chalkopyrite et la mo-
ite; dans la Westmannie, en Suède, à Bastnaës et Rid-
ttan, dans les gîtes cuprifères du terrain de gneiss, avec
ite et chalkopyrite. La bornine argentifère se rencontre à
iny, ou Deutsch-Pilsen, où elle est accompagnée de pyrite
le calcaire brunissant, et à Pojana, en Transylvanie; on la
e aussi à Kakova, dans le comitat de Gomör, en Hongrie.

IIe Tribu. Quadratiques.

6e Espèce. Étain. Sn.

Syn. : *Zinn*, en allemand; *Tin*, en anglais.

al blanc, très-malléable, ayant une dureté = 2, et une den-
= 7,2. Il fond très-aisément à 228°, mais il est peu volatil.
a une grande tendance à la cristallisation : on peut le faire
istalliser par fusion, et aussi par la décomposition, à l'aide de
pile, du chlorure d'étain. L'acide azotique l'oxyde facilement
le transforme en acide stannique $\ddot{Sn}$.

L'existence de l'étain métallique dans la nature est encore
oblématique. On prétend l'avoir trouvé dans les mines d'é-
du Cornouailles; et il se rencontre, dit-on, en petits grains
blanc-grisâtre, dans les sables aurifères de Miask, dans les
Ourals. Cet étain natif est mêlé d'une petite quantité de
.

La cristallisation de ce métal a été déterminée par M. Miller,
cristaux artificiels, déposés par un courant voltaïque.
ux sont de petits octaèdres à base carrée, tronqués sur

les arêtes des bases; formant par leur réunion deux à « hémitropies, dans lesquelles le plan de jonction est une « faces de la pyramide; un grand nombre de petits grou| blables se disposent à la file, et composent une tige r« qui d'ordinaire ne se ramifie pas comme dans les d« rites métaux cubiques. L'octaèdre de l'étain a pour angles à la base 57°13', et aux arêtes culminantes 140°25'. Son axe principal a pour valeur 0,3856.

L'étain est un métal d'un blanc d'argent, quand il est pur, mais qui se ternit aisément à l'air, et passe alors au gris bleuâtre; il est très-fusible, plus dur et plus ductile que le plomb; il développe une odeur caractéristique par le frottement, et fait entendre, lorsqu'on le plie, un craquement qu'on nomme le *cri de l'étain*. C'est le plus léger des métaux usuels. Allié au plomb, il constitue la soudure des plombiers et ferblantiers; réduit en lames minces et amalgamé avec le mercure, il forme le tain dont on double les glaces pour en faire des miroirs. L'étamage ordinaire consiste dans une couche mince d'étain fondu, qu'on applique sur le cuivre. Le *fer-blanc* n'est que de la tôle (ou fer laminé) recouverte de la même manière.

C'est de l'étain oxydé que l'on retire tout le métal répandu dans le commerce (voyez *oxyde d'étain*). La France ne possède point de mines d'étain exploitables, bien qu'on ait trouvé des indices d'oxyde d'étain dans deux localités, à Vaulry, dans le Limousin, et à Piriac, près du Croisic, sur les côtes de Bretagne: mais le minerai n'y est point assez abondant pour devenir l'objet d'une exploitation avantageuse. Les principales mines d'étain sont situées en Asie, dans l'île de Banca, et la presqu'île de Malacca. Le Mexique est aussi très-riche en minerai d'étain, surtout dans les districts de Guanaxuato et de Zacatecas : celui qu'on y exploite principalement est de l'oxyde concrétionné, à l'état de sable et de gravier. En Europe, les mines d'Angleterre et surtout celles du Cornouailles, sont les plus importantes : l'étain oxydé s'y trouve en filons dans un schiste, qui est en même temps traversé par des filons de cuivre pyriteux. Après l'Angleterre, c'est la Saxe et la Bohême qui présentent les gîtes d'étain les plus remarquables. Ils sont tous situés dans l'Erzgebirge, chaîne de montagnes qui sépare les deux pays.

Le traitement métallurgique de l'oxyde d'étain est fort simple, puisqu'il suffit de le griller et de le fondre avec le contact du charbon, pour le réduire à l'état métallique.

tre métal qui probablement viendrait prendre place de l'étain, s'il était prouvé qu'il existât à l'état natif, car dique l'isomorphisme des deux métaux, c'est le titane. it quelque temps, on a admis que le titane métallique se ait en petits cubes d'un rouge de cuivre dans les scories hauts-fourneaux de Merthyr-Tydvil, dans le pays de Galles. I. Wöhler et H. Deville ont prouvé que ces cristaux ne que des combinaisons d'azoture de titane et de cyanure de ; ils ont établi en même temps que le titane ne saurait se tenir à l'état métallique aux températures élevées, à cause grande affinité pour l'azote de l'air. Le titane pur, qu'ils pu obtenir, en le mettant à l'abri du contact de l'air, est oudre d'un gris foncé.

IIIe Tribu. Cubiques.

7e Espèce. Mercure.

Syn. : *Gediegen Quecksilber*, Werner; *Mercure natif*, Haüy. Vulgairement *vif argent*, ou *Mercure coulant*. En latin : *Hydrargyrum*.

Métal blanc, liquide à la température ordinaire, et ayant alors une densité de 13,596; se solidifiant à une température de — 40°, et formant alors un métal solide, malléable, blanc et brillant, et ressemblant beaucoup à l'argent. Ce métal figé, étant pris avec la main, lui fait éprouver une sensation douloureuse, comparable à celle que produit une brûlure; en se solidifiant, il devient plus dense; à une température peu inférieure à — 40°, sa densité est de 14,5. De — 40° jusqu'au-delà de 100°, le mercure liquide se dilate uniformément, et pour chaque degré d'élévation en température, d'une fraction de son volume égale à $\frac{1}{5550}$. Il bout à 350° du thermomètre à air, et se volatilise complètement. En le solidifiant à l'aide d'un mélange réfrigérant, on peut l'obtenir cristallisé : ses cristaux sont des octaèdres réguliers, ou des rhombododécaèdres. Il a la propriété de dissoudre l'or et l'argent, ce qui permet de l'employer, comme nous le dirons bientôt, à l'extraction de ces métaux dans certains as. Le mercure qu'on trouve à l'état natif dans la nature, est souvent mêlé d'une petite quantité d'argent; qu'on en sépare ément par la distillation.

Le mercure natif se rencontre accidentellement dans les mines mercure, où il paraît être constamment le produit de la dé-

composition du cinabre ou sulfure rouge de mercure, qui le minerai le plus abondant et le seul exploitable, et peut aussi du chlorure de mercure, qui est infiniment plus rare. le trouve souvent en petites gouttelettes, adhérentes aux rais, de l'intérieur desquels il semble suinter, et quelquefois gouttelettes se rassemblent en petites masses fluides da cavités de la roche. On peut donc s'attendre à trouver du cure coulant, partout où le cinabre existe en grandes n par conséquent dans les mines d'Almaden, province de la] che, et d'Almadenejos, province des Asturies, en Esp ,dans celles de Ripa, en Toscane, où le minerai se trouve filons ou veines dans les terrains anciens; et aussi, dans la célèbre d'Idria en Carniole, et dans celles beaucoup moins portantes de la Bavière rhénane, où le minerai est d dans des couches de calcaires, de marnes ou de grès, de l'épc jurassique.

On a cependant trouvé des globules de mercure dans des ches plus modernes encore, et sans qu'on ait pu découvrir ju présent de dépôts de cinabre dans le voisinage: mais on supp alors que le minerai de mercure est caché dans l'intérieur sol, et l'on explique la présence du mercure natif et quelq celle du chlorure de mercure dans les couches superfic par la volatilisation de ces substances à travers les fent terrains sous-jacents. C'est ainsi qu'on trouve des gouttel de mercure, quelquefois avec traces de chlorure, au pied Cévennes, aux environs et dans l'intérieur même de la ville Montpellier, dans des marnes de l'époque tertiaire la plus é rieure; on en cite encore dans un gisement semblable au environs de Saint-Affrique, vers l'escarpement occidental plateau de Larzac; à Peyrat-le-Château, aux environs de Limoges, dans un sol détritique, et à Ménildot, près Saint-Lô département de la Manche. Enfin, on en a trouvé jusque des couches diluviennes, près de Lunebourg, et de la ville d Lisbonne.

Le mercure natif est en trop petite quantité, pour puisse en tirer parti. Tout le métal que réclament les b de l'industrie, est fourni par les mines de Cinabre; c'est uniquement du sulfure de mercure que s'extrait ce métal, par procédé des plus simples, qui consiste à distiller le m après l'avoir mêlé à la limaille de fer ou de la chaux. Le s'unit au fer ou à la chaux, et le mercure seul se volatilise.

ploie le mercure à l'extraction des métaux précieux, procédé dit de l'*amalgamation*. Certains minerais terreux neux contiennent naturellement une grande quantité d'argent à l'état de particules invisibles : on les pulvérise les mêle avec du mercure, qui forme un amalgame avec taux précieux. On soumet ensuite la masse pâteuse à un qui entraîne les parties terreuses, et il ne reste plus que ıme, qui est beaucoup plus pesant. On le soumet à la ion : le mercure se volatilise, et l'argent reste libre. Si le contient de l'argent minéralisé par le soufre, on le mêle ılement avec du sel marin, afin qu'il puisse se former du ıre d'argent, et avec un principe actif nommé *magistral*, nt du sulfate de cuivre, et on le grille dans un fourneau erbère ; ou bien, on abandonne le mélange à l'air, pendant rs mois, après l'avoir fait piétiner par des chevaux, pour e la matière plus homogène. Ce dernier procédé, par lequel vite l'emploi du combustible, est employé en Amérique. Par ation américaine, on perd en général 1,3 partie de e pour 1 partie d'argent obtenu.

On emploie encore le mercure à d'autres usages importants, la construction des baromètres et des thermomètres, la ion de certains médicaments très-actifs, et celle de difılliages, qui portent le nom particulier d'*amalgames*. Uni ı, le mercure constitue le tain, qui sert à l'étamage des

APPENDICE. **MERCURE ARGENTIFÈRE.**

Syn. : ***Amalgame naturel d'argent*** ; ***Hydrargyrure d'argent*** ; ***Mercure argental***, **Haüy** ; ***Arquérite***, **Domeyko**.

Ce inéral, composé de mercure et d'argent dans des rapp tr variables, a été considéré cependant comme une son des deux métaux ; mais, à cause de cette variation coı tée dans les proportions, et de l'isomorphisme des taux, nous ne saurions y voir qu'un alliage, dans lequel ni tantôt l'un, et tantôt l'autre des deux éléments, sale mercure dans les variétés anciennement connues sous mercure argental, et l'argent dans la variété du Chili, e *Arquérite* par MM. Domeyko et Berthier.

i *chimique* : Ag, Hg.

f *ntale* : le cube. Cette forme est quelquefois do-

minante dans le mercure argental, mais le rhombododécaèdre présente bien plus souvent ce caractère. Dans la variété nommée *Arquérite*, c'est au contraire l'octaèdre qui est la forme habituelle.

Le mercure argental, de Moschel-Landsberg, dans la Bavière rhénane, est formé, d'après Klaproth, de 2 atomes de mercure et de 1 atome d'argent; ou en poids : de Hg = 64, et Ag = 36. Une autre variété, analysée par M. Cordier, a donné 3 atomes de mercure pour un d'argent, ou Hg = 72,5 et Ag = 27,5. La variété nommée *Arquérite*, qui vient de la riche mine d'argent d'Arquéros, dans la province de Coquimbo, au Chili, est composée au contraire dans des proportions inverses des deux métaux; M. Domeyko, qui l'a fait connaître et l'a analysée, a trouvé 6 atomes d'argent pour un de mercure, ou en poids : Ag = 86,49, et Hg = 13,51. Celle-ci n'est donc qu'une variété d'argent mélangé de mercure, qui, par tous ses caractères physiques, se rapproche bien plus du premier métal que du second. Aussi, elle nous paraît devoir être placée, comme variété de mélange, à la suite de l'argent natif; et nous n'en parlons ici que pour mémoire. Voyez plus loin *argent natif*.

Le mercure argental est une substance d'un blanc d'argent, d'une dureté = 3,5; d'une densité presque égale à celle du mercure natif, et il est un peu cassant. Il se décompose par l'action du feu, et donne du mercure par la distillation dans un tube; si on le chauffe au chalumeau sur le charbon, il laisse sur celui-ci un globule d'argent. A l'aide du frottement, il communique au cuivre une teinte argentée. Il se dissout facilement dans l'acide azotique.

Le mercure argental se présente quelquefois en masses amorphes, en plaques minces ou en enduit à la surface des roches ou gangues qui renferment les sulfures de mercure ou d'argent; mais le plus souvent, il s'offre sous la forme de cristaux très-nets, appartenant au système régulier. En prenant pour forme primitive le cube, dont nous représenterons les faces par p, les modifications qu'on observe dans la série cristalline, sont les suivantes :

Modifications sur les arêtes : b^1, $b^{1/3}$.
— sur les angles : a^1, a^2, $a^{1/2}$, et $i = a^1, a^{1/2}, a^{1/3}$;

les formes simples, qui, en se combinant entre elles, composent les formes observées jusqu'à ce moment, sont donc : le cube, le

re rhomboïdal, l'octaèdre régulier, le trapézoèdre ap- ;itoèdre, un octaèdre pyramidé, un cube pyramidé, et un dodécaèdre pyramidé ou scalénoèdre. Nous avons les angles qui caractérisent les diverses formes (1er vol., 113 et suiv.). C'est le rhombododécaèdre b^1, qui est la dominante la plus habituelle. Une des formes secondaires rencontre le plus souvent, est la variété appelée *triforme* laüy, et qui a pour signe pa^2b^1 : c'est le dodécaèdre, tronqué tes ses arêtes, et sur les six angles à quatre faces. Haüy a sous le nom de *sextiforme* une combinaison de six des s nples, indiquées ci-dessus : cette forme composée, en osant complète, aurait 122 faces.

Ce minéral ne se trouve qu'accidentellement, comme le mer- f, dans les gîtes de mercure ; et on le cite dans un assez nombre de lieux. Les plus beaux cristaux viennent de d et de Moschel-Landsberg, dans la Bavière rhénane ; a, dans le comitat de Gömör, en Hongrie ; et d'Almaden, gne. On cite encore l'amalgame d'argent en France, à ont, dans le département de l'Isère ; en Suède, à Sala ; en , à Kolywan, dans les monts Altaï.

8e ESPÈCE. PLOMB.

Syn. : *Blei*, en allemand ; *Lead*, en anglais.

Métal d'un gris-bleuâtre, d'un éclat métallique très-vif dans a cassure ; d'une densité = 11,44. Très-mou, se coupant facile- : au couteau, et laissant sur le papier des traces d'un gris lloïde ; très-malléable à froid ; pouvant être réduit en feuilles nces par le battage, et étiré à la filière en fils déliés, d'une me flexibilité. Il se ternit promptement à l'air. Il fond à la érature de 335°, et donne des vapeurs à la chaleur rouge. ut obtenir le plomb cristallisé par fusion, en opérant pour le bismuth. Les cristaux sont peu nets : il est facile ependant de reconnaître que ce sont des octaèdres réguliers, tés les uns dans les autres, de manière à représenter à près une pyramide quadrangulaire. Le plomb fond aisément le charbon, qu'il couvre d'une auréole d'oxyde jaune. Il est uble dans l'acide azotique ; sa dissolution est précipitée en par l'acide sulfhydrique et les sulfures alcalins : ce précipité est du sulfure de plomb. Une lame de fer, plongée dans la ion, précipiterait le plomb à l'état métallique.

L'existence du plomb natif est encore un peu problématique; elle est admise cependant par différents minéralogistes, qui la regardent comme tout-à-fait accidentelle, et provenant de la réduction, dans des circonstances particulières, de quelques portions de sulfure ou d'oxyde de plomb. On ne le trouve qu'en plaques minces ou en petits globules, engagés dans diverses sortes de gangues. C'est ainsi qu'un savant danois, M. Rathké, l'a observé au milieu des laves de l'île de Madère. On l'a trouvé récemment dans un oxyde rouge de plomb, près d'un dyke basaltique en Irlande. On le cite encore en Angleterre, à Alston-moor, dans la galène, et à Bristol, dans le calcaire carbonifère.

Le plomb est employé à de nombreux usages, soit à l'état métallique, soit à l'état d'oxyde (litharge, massicot, minium). La facilité avec laquelle il se laisse mouler, laminer et granuler, le rend extrêmement précieux par lui-même. Allié à l'antimoine, il sert à faire les caractères d'imprimerie; allié à l'étain, il produit la soudure des plombiers. Les oxydes sont employés dans la peinture, et dans l'art de fabriquer le cristal et le flint-glass; il fait la base de plusieurs sels utiles, tels que la céruse, l'acétate de plomb, etc. C'est du sulfure de plomb (ou de la galène), que l'on extrait tout le métal que réclament les besoins des arts et de l'industrie. Nous dirons quelques mots de la métallurgie du plomb, lorsqu'il sera question de cet important minerai, le seul qu'on puisse exploiter avec avantage.

9e Espèce. Argent.

Syn. : *Gediegen Silber*, Werner; *Native Silber*, des Anglais; *Argent natif*, Haüy.

Métal blanc, prenant par le poli un vif éclat qui ne se ternit pas à l'air, à moins que celui-ci ne renferme des vapeurs sulfurées, auquel cas le métal devient noir; plus dur que l'or, mais plus mou que le cuivre; assez tenace, très-malléable, et très-ductile, susceptible d'être réduit en feuilles extrêmement minces et en fils d'une grande finesse; ayant une densité de 10,5; une dureté de 2,5 à l'échelle de Mohs. Il se laisse limer et couper avec facilité. Il ne fond qu'à la chaleur blanche : on estime la température de sa fusion à environ 1000° du thermomètre à air. Il jouit, quand il est fondu, d'une propriété remarquable, qu'on nomme le *rochage :* il absorbe une proportion considérable d'oxygène, qu'il abandonne pendant le refroidissement

avant sa solidification; et le gaz, en se dégageant, soulève et lance souvent avec force une portion du métal. L'argent fondu donne des vapeurs sensibles à la température du feu de forge; il se vaporise plus promptement, lorsqu'on le porte à la haute température qu'on obtient entre les deux charbons qui terminent les conducteurs de la pile, et dans ce cas sa vapeur paraît verte. On peut le faire cristalliser par voie de fusion, et on l'obtient sous la forme de cubes et d'octaèdres réguliers. Il est solu-
à froid dans l'acide azotique. La solution colore la peau en
, et dépose de l'argent métallique sur une lame de cuivre;
donne par l'acide chlorhydrique, un précipité blanc de
'ure d'argent, attaquable par l'ammoniaque, et qui, à la
ière solaire, passe rapidement au bleu et au noirâtre.

L'argent natif est composé d'argent presque pur Ag, mais quelquefois il est allié à une certaine proportion de cuivre, de
rcure ou d'or. Cette circonstance s'explique naturellement par l'is orphisme bien connu entre ces métaux et l'argent, et surtout entre l'argent et le cuivre, qu'on voit si souvent se remplacer l'un l'autre. D'après M. Berthier, l'argent de Curcy, près de Caen, contient jusqu'à 10 pour cent de cuivre.

L'argent natif est souvent cristallisé sous les formes ordinaires du système cubique, mais ses cristaux se réunissent presque toujours en séries ramifiées, représentant des dendrites ou des réseaux qui pénètrent les matières pierreuses des filons, où on le rencontre presque toujours associé au sulfure et au chlorure d'argent, qui sont les principaux minerais de ce métal. Indépendamment du cube, que nous prendrons pour forme primitive, on observe parmi ses formes simples, l'octaèdre régulier a^1, le trapézoèdre a^3, le dodécaèdre rhomboïdal b^1, et l'hexa-tétraèdre b^2. C'est le plus souvent l'octaèdre qui domine; et quelquefois le dodécaèdre, ou le trapézoèdre. Les cristaux sont souvent réunis par hémitropie parallèlement à une des faces de l'octaèdre régulier. M. G. Rose a signalé une mâcle fort remarquable, parmi les cristaux venant de la mine de Konsberg, en Norwège: cette mâcle est formée d'après la loi précédente, mais avec certaines particularités: les individus réunis sont des combinaisons binaires du trapézoèdre et de l'octaèdre: mais, par suite de la disparition de certaines faces dans chacun d'eux et de l'allongement du groupe dans le sens d'une des arêtes de l'octaèdre, celui-ci présente l'apparence trompeuse d'un prisme à huit pans, terminé par des pyramides à six faces.

Indépendamment des variétés *cristallisée*, *dentritique*, *ramuleuse* et *réticulée*, l'argent natif nous offre encore les variétés *filiforme* et *capillaire;* il se présente en effet assez fréquemment en filaments contournés, et recourbés en anneaux, ou bien en filets très-déliés, imitant de petites touffes de cheveux. Ces filaments n'ont rien de cristallin, et ressemblent à une substance fondue et visqueuse, qui se serait figée après avoir passé par des fissures ou des ouvertures plus ou moins étroites.

Quelquefois aussi, l'argent se montre dans les filons, ou dans les terrains qui proviennent de leur destruction, en masses d'un volume et d'un poids plus ou moins considérables. Les mines du Potosi et de Konsberg en ont fourni souvent des blocs arrondis ou *pépites* qui pesaient 40, 60 et 100 kilogrammes; plus rarement, le poids de ces masses s'élève à un ou plusieurs quintaux. En 1834, la mine de Konsberg en a donné une de 7 quintaux et demi; on prétend même, qu'au quinzième siècle, dans une mine des environs de Schneeberg, on aurait trouvé un bloc d'argent natif mêlé d'argent sulfuré, dont le poids était de plus de cent quintaux. Au rapport d'Agricola, le duc Albert de Saxe ayant visité la mine, se fit servir à dîner sur ce bloc, en se vantant que sa table valait mieux que celle du puissant empereur Frédéric. Dans ces divers gisements, l'argent contient des traces de fer, d'antimoine et d'arsenic, outre les métaux précieux dont nous avons parlé, et qui peuvent s'y mêler en quantité plus considérable, étant isomorphes avec lui. L'argent natif est souvent recouvert d'un enduit sale et noirâtre, qui le dépare, et qu'on fait disparaître par la râclure.

Enfin, l'argent se rencontre encore disséminé assez abondamment, mais en particules imperceptibles, dans des argiles ferrugineuses qui remplissent les fissures des filons argentifères (à Allemont, en Dauphiné), ou qui sont accumulées à la partie supérieure des filons d'Huelgoat, en Bretagne, où on les désigne par le nom de *terres rouges*, ou des filons de l'Amérique équinoxiale, où elles sont connues sous les noms de *pacos* et de *colorados*. Les gisements de l'argent natif ont beaucoup d'analogie avec ceux de l'or; il y a toutefois cette différence, que l'argent est plus rare dans les terrains détritiques et d'alluvion, et plus commun au contraire dans les filons ou mines souterraines.

Les gangues pierreuses de l'argent natif sont : le calcaire spathique, le quarz et la barytine (sulfate de baryte). Les principales mines où l'on trouve l'argent natif en filons, sont celles de Kongs-

en Norwège, où il est très-abondant, et forme presque à il toute la richesse du gîte; celles du Potosi, dans la répu- de Bolivia; de Sméof ou Schlangenberg, en Sibérie; nelsfürst, de Schneeberg et Johanngeorgenstadt, en Saxe; himsthal, en Bohême; d'Andreasberg, au Harz; d'Alle- t, dans le département de l'Isère, en France, et de Sainte- e-aux-Mines, dans les Vosges.

L'argent natif n'est point le seul minerai que l'on exploite, en retirer ce précieux métal; on l'extrait encore du sul- d'argent (argyrose), du chlorure d'argent (kérargyrite), et de lques autres minerais appelés *argents rouges* et *noirs*, et qui des combinaisons du sulfure d'argent avec les sulfures d'an- oine et d'arsenic. On retire encore une notable quantité d'ar- t, de certaines galènes, qui en contiennent des proportions éralement assez faibles à l'état de mélange, et qui sont dites cela *argentifères* (voyez *Galène*). Le traitement métallurgi- de ces différents minerais se réduit à deux procédés, qui stent : l'un à dissoudre l'argent par le moyen du plomb, p r lequel il a une grande affinité, lorsque les deux métaux sont à l'état de fusion; l'autre, à l'amalgamer avec le mercure, après l'avoir préalablement amené à l'état de chlorure, en grillant le minerai mêlé avec du sel marin (voyez ci-dessus, p. 245).

Si l'on fait abstraction des minerais de plomb et de cuivre argentifères, dont nous parlerons plus loin, la France n'a possédé jusqu'à ce moment de mines d'argent proprement dites, que dans deux départements, et encore sont-elles aujourd'hui presque entièrement épuisées ou abandonnées : à Allemont, dans l'Isère, et dans les Vosges, à La Croix et à Sainte-Marie-aux-Mines. La mine d'Allemont (ou des Chalanches) consiste en minerais d'argent très-riches, disséminés dans une argile d'un gris-noirâtre, qui remplit des fentes et des cavités au milieu des roches talqueuses et amphiboliques. Dans les Vosges, les minerais d'argent sont associés à des minerais de plomb et de cuivre argentifères en filons.

Les mines d'argent européennes sont beaucoup moins importantes que celles du Nouveau-Monde : la plupart même ne sont que des mines de plomb ou de cuivre argentifère, auxquels s'associent en petites quantités d'autres minerais d'argent. Les mines d'argent proprement dites sont celles de Kongsberg, en Norwège, où l'argent natif est le principal minerai (circonstance fort rare); celles de Saxe (Marienberg, Schneeberg, Frei-

berg, etc.); celles du Harz, et celles de Hongrie (Schemnitz, Kremnitz, Kœnigsberg, etc.): mais tous ces pays tirent aussi une grande partie de l'argent qu'ils produisent, des galènes argentifères. Ce sont les mines de Hongrie qui donnent les produits les plus considérables : viennent ensuite les mines de Saxe, puis celles du Harz. La Prusse, l'Angleterre n'ont point de mines d'argent proprement dites. L'Espagne n'offre plus guère que celle de Guanalcanal, dont le produit est très-faible. La quantité d'argent produite annuellement par les mines d'Europe est de 72000 kilogrammes, ce qui n'est que la onzième partie de celle que fournissent les mines de l'Amérique espagnole. La Sibérie possède la mine d'argent de Sméof (ou Schlangenberg) dans l'Altaï : le produit de cette mine, et de quelques autres moins importantes du district de Kolywan, joint à celui des mines de Nertschinsk, est de 21000 kilogr.

Les mines d'argent du Nouveau-Monde, qui sont, avec les mines d'or de la Californie, les plus importantes de ce continent, sont situées dans les Cordillières des Andes, principalement au Mexique, au Pérou et au Chili. Les sommets de cette grande chaîne sont trachytiques, mais ses flancs sont formés de grès et de calcaires secondaires assez modernes : c'est dans les calcaires que se rencontrent le plus souvent les filons d'argent, mais ils traversent aussi des roches d'épanchement et des roches métamorphiques, à structure plus ou moins cristalline. Le Mexique offre à lui seul plus de trois mille exploitations, réparties sur cinq mille filons ou amas de minerais d'argent. Les filons les plus riches sont ceux de Guanaxuato, de Zacatecas, de Catorce, de Batopilas, de Sombrerete, et de Real-del-Monte. Le filon de Guanaxuato, appelé *veta madre*, est maintenant la plus riche mine du monde entier : il a en quelques parties une puissance de 60 mètres, et on l'exploite sur une longueur de trois lieues. La seule mine de Valenciana, qui en fait partie, produit annuellement plus de huit millions de francs; les mines de Guanaxuato donnent à elles seules près du quart du produit total des mines du Mexique, lequel est maintenant, par année, de 133 millions de franc. Après les mines de ce district, nous citerons encore celles de Zacatecas, dont une, nommée la *veta grande*, est encore un filon de 22 mètres d'épaisseur. On trouve aussi au Mexique les minerais précieux, disséminés dans des argiles rouges, ferrugineuses, que les mineurs du pays nomment *colorados*.

Le Pérou est aussi très-riche en mines d'argent. La républi-

actuelle du Pérou possède les célèbres mines de *Pasco* (ou
La ocha), de Huantajaya, de Micui-Pampa, etc. Les seules
de Pasco produisent ensemble 80000 kilogrammes d'ar-
| année. La république de Bolivia, dans le Haut-Pérou,
e la fameuse mine de *Potosi,* dont le minerai jadis était
he : mais il s'est appauvri d'une manière extraordinaire.
gré cela, il est si abondant, que le Potosi est peut-être en-
core la mine d'argent la plus riche du monde, après le filon
re de Guanaxuato. Les mines du Pérou ont rapporté jus-
vingt-cinq millions par an, et l'on a calculé que la seule
ne de Potosi a produit, depuis sa découverte en 1545, pour
milliards d'argent.

Le Chili a aussi des mines d'argent fort importantes à Arqueros et Coquimbo, dans la province de Copiapo : le métal y est comme à Pasco, disséminé en particules imperceptibles dans des minerais terreux et ferrugineux, tout-à-fait analogues aux Colorados du Mexique, mais qu'on nomme *Pacos* dans l'Amérique du Sud.

Au commencement du XIX[e] siècle, les colonies espagnoles avaient produit, depuis la découverte du Nouveau-Monde, c'est-à-dire en trois siècles et demi, 128 millions de kilogrammes d'argent, quantité qui, réunie en une seule masse, formerait une sphère de 28 mètres de diamètre.

La quantité d'argent extraite annuellement du sein de la terre, est d'environ 800,000 kilogrammes, dont la valeur est de plus de 160 millions de francs, le kilogramme d'argent pur valant 222 francs selon le tarif de 1854 ; l'Amérique seule en fournit les neuf-dixièmes.

On emploie ce métal pour la fabrication des monnaies, des couverts et de la vaisselle plate, de certains vases et autres objets d'ornement. L'argenture se fait par les mêmes moyens que la dorure : on sait que l'art de déposer les métaux en couches minces sur différents corps a subi une révolution depuis quelques années, et que les procédés électro-chimiques, découverts par MM. Ruolz et Elkington, ont mis pour ainsi dire les métaux précieux à la portée de tout le monde. On n'emploie pas l'argent pur pour fabriquer les monnaies et les bijoux : pour les monnaies, on se sert d'un alliage d'argent et de cuivre, dans lequel il y a neuf parties d'argent et 1 partie de cuivre; dans l'orfèvrerie, l'argent est de même allié au cuivre, à deux titres différents, et suivant des proportions que la loi détermine. Le but

qu'on se propose en alliant à l'argent une certaine quantité de cuivre, est d'en augmenter la dureté et la consistance; s'il était pur, l'argent serait trop mou, et ne conserverait pas longtemps les formes que l'art lui aurait données. On se sert en médecine de l'azotate d'argent fondu, sous le nom de *pierre infernale*, pour cautériser les plaies et les excroissances charnues.

*** *Chroïcolytes.*

10e Espèce. Cuivre.

Syn. : *Gediegen Kupfer*, Werner; *Native Copper*, Phillips; *Chalkos*, des Grecs; *Aes Cyprium*, Plin.

Métal rougeâtre, sonore, très-ductile, attaquable par les acides les plus faibles, et même par l'humidité de l'air, qui le couvre d'un enduit vert, redoutable par ses effets, et connu sous le nom de *vert-de-gris.* Sa densité est de 8,5; sa dureté = 3. C'est le plus dur et le plus tenace des métaux usuels, après le fer; et il est beaucoup plus fusible que ce dernier: il fond au blanc naissant, à une température qu'on peut évaluer à 900° du thermomètre à air; et à une température plus élevée, il se vaporise, en colorant en vert la flamme du combustible. Ces effets se constatent assez facilement avec le chalumeau ordinaire. Il est aisément soluble dans l'acide azotique: la solution, de couleur verte ou vert-bleuâtre, devient d'un beau bleu par l'addition de l'ammoniaque; et une lame de fer polie, plongée dans la liqueur, se recouvre à l'instant d'une couche mince de cuivre rouge.

Le cuivre natif est composé de cuivre pur Cu, presque sans aucune partie étrangère. On le trouve souvent cristallisé, comme l'argent, sous les formes les plus ordinaires du système cubique, savoir : le cube, l'octaèdre régulier, le dodécaèdre rhomboïdal, et plus rarement, les trapézoèdres a^2 et a^3, et les hexa-tétraèdres b^2, et $b^{5/2}$. Comme dans l'argent natif, les cristaux sont presque toujours groupés par hémiédrie parallèlement à une face de l'octaèdre, déformés et allongés dans la direction de deux faces du dodécaèdre, ce qui leur donne une apparence prismatique. Dans des cristaux du Cornouailles, décrits par Lévy, la forme dominante des individus était celle de l'hexa-tétraèdre $b^{5/2}$; et ces cristaux, aplatis dans le sens de l'axe d'hémitropie, offraient l'aspect trompeur d'une double pyramide droite à six faces.

Les cristaux du cuivre natif se réunissent souvent en ligne

droite pour former des tiges et des ramifications, disposées suivant les lois propres au système régulier. Les plus beaux cristaux de cette espèce sont ceux que fournissent les mines d'Ekaterinebourg, sur le versant oriental des monts Ourals, celles du Cornouailles, en Angleterre, et surtout celles du Lac Supérieur, aux Etats-Unis. Dans cette dernière région, on a trouvé des cristaux fort nets, de la forme du dodécaèdre, qui avaient plus d'un pouce de diamètre. Pallas et G. Rose ont observé de magnifiques cristaux groupés en réseaux ou dendrites, et engagés dans un calcaire, qu'on peut enlever aisément à l'aide de l'acide chlorhydrique pur, dans les mines de Turjinsk, près de Bogoslowsk, dans la partie nord de l'Oural. Ces cristaux sont de couleur rouge de cuivre, et souvent parsemés de nuances superficielles jaune ou de brun. Ils n'offrent point de traces sensibles de clivage.

Indépendamment de ces variétés cristallines, le cuivre natif offre encore quelques variétés amorphes : tout comme l'argent, il se présente en plaques, en enduits, en grains disséminés, et souvent aussi en gros blocs ou masses arrondies, dont le poids peut s'élever à plusieurs quintaux, et même à plusieurs tonnes (mines de l'Oural, et du Lac Supérieur).

Le cuivre natif est assez fréquemment disséminé dans des roches de trapp amygdalaires, à Oberstein, dans la Bavière rhénane, aux îles Féroë et aux îles Shetlands; c'est aussi dans le voisinage des roches de trapp et de serpentine qu'on le trouve sur les pentes de l'Oural, dans les mines de Turjinsk, près Bogoslowsk, et dans celles de Nischne-Tagilsk ; et c'est encore dans un gisement tout semblable, qu'il se rencontre au Canada et dans l'Etat de Michigan, aux Etats-Unis, sur les bords du Lac Supérieur. Pendant longtemps le cuivre natif, considéré comme minerai particulier, n'avait joué qu'un rôle assez secondaire : la découverte du gisement du Lac Supérieur est venue lui donner une grande importance; elle est due principalement aux recherches de deux américains, MM. Douglas-Houghton et Jackson. M. Rivot, professeur de docimasie à l'Ecole des mines de Paris, a fait un voyage en Amérique, pour aller étudier ce gisement, sur lequel il a donné des renseignements fort précieux (1). Il a observé deux gîtes particuliers, l'un à l'extrémité nord de l'Etat de Michigan, sur les bords du Lac Supérieur, l'autre à l'île Royale,

(1) *Voyage au Lac Supérieur*, par M. Rivot, professeur à l'Ecole des mines. Paris, Victor Dalmont, 1856.

située dans ce Lac. La constitution géologique est la même p les deux; le sol se compose : 1° de conglomérats, de grès r et de couches de calcaire magnésien, de l'époque siluri inférieure; 2° de trapps ou de roches métamorphiques, amygdalaires, alternant souvent avec les calcaires; 3° enfin, de roches schisteuses et de granites, formant au centre des chaînons de montagnes, dont l'apparition a suivi le dépôt des autres terrains: car, les trapps et les calcaires sont relevés sur leurs flancs. Les géologues américains ont prétendu que le cuivre, accompa souvent d'argent, était disséminé dans la roche trappée suivant M. Rivot, le minerai se rencontrerait surtout dans filons qui coupent les couches tantôt parallèlement, et t t obliquement, et en dehors de ces filons, on ne trouverait presque aucune trace de cuivre; excepté dans les parties de la roche amygdalaire, qui sont altérées et très-poreuses. Les gîtes seraient donc postérieurs aux trapps et autres roches en couches, et auraient sans doute été produits par le remplissage ultérieur des fentes que le soulèvement des granites a déterminées. Au reste, la richesse des filons, qui paraît dépendre de la nature de la roche encaissante, est plus grande dans les parties qui tra sent le trapp et le calcaire, que dans celles qui coupent les et les conglomérats. Les mines du Lac Supérieur ont fourni une seule année (1854), 2350 tonnes de cuivre, pour une de 6,500,000 francs.

Le cuivre natif ne contribue que pour une faible fraction à produire la quantité de ce métal qu'exigent les besoins du commerce; la plus grande partie s'extrait de différents minerais, où le cuivre est combiné avec l'oxygène ou avec le soufre. minerais, que nous étudierons chacun en son lieu, sont: le *cuivre oxydé* rouge, les *cuivres carbonatés* vert et bleu (malac et azurite), le *cuivre sulfuré* noir, les *cuivres pyriteux* et *pan* et enfin les *cuivres gris* ou fahlerz. Le traitement des mi de cuivre qui ne sont point sulfurés est assez simple : il s de les chauffer, avec du charbon, dans un fourneau à réver re; on obtient ainsi, non du cuivre rouge immédiatement, n cuivre noir, que l'on soumet ensuite à une opération de r nage, beaucoup plus délicate. Le cuivre affiné s'obtient sous forme de plaques appelées *rosettes*, d'une belle couleur r e. Quant aux minerais sulfurés, leur traitement est long et t compliqué, ce qui est cause du prix élevé de ce métal. Nous n' parlerons que quand nous aurons fait connaître la compositio de ces minerais.

·l rincipaux usages du cuivre à l'état métallique consistent fabrication des vases domestiques et des chaudières pro-ıux usines, dans le doublage des vaisseaux et dans la cou-ıre des édifices. Mais, à l'état d'alliage avec le zinc ou avec ı, il se prête à des emplois beaucoup plus nombreux et 'ariés.

La France ne possède que les mines de Sain-Bel et de Chessy, le département du Rhône, dont le produit est peu considé-:. La première a même cessé d'être exploitée. Dans ces deux és, se trouvent des veines de cuivre pyriteux, traversant un talqueux. A Chessy, on a trouvé dans un terrain de grès, recouvre ce schiste, des couches d'argile contenant une de quantité de cuivre oxydé rouge et de cuivre carbonaté ı, disséminés en rognons gros comme le poing, ou en mou-ı plus ou moins petites.

11e Espèce. Fer.

gen Eisen, Werner; *Native Iron*, Phillips; *Fer natif*, Haüy; *S*... des Grecs; le *Ferrum* des Latins; le *Mars* des alchimistes.

n chimique : Fe, corps simple.

i lline : l'octaèdre régulier, avec un clivage cu-

sans contredit le plus important de tous les métaux, 'industrie humaine retire le plus d'avantages, et, à ɜrais, c'est-à-dire de combinaisons avec les principes fs, il est répandu dans la nature avec une abon-tionnée à son utilité. Mais le fer pur ou presque ɜtat libre ou natif, est extrêmement rare, et ne se ans des circonstances de gisement tout-à-fait par-est donc obligé de l'extraire, par des opérations ıurg , de ses divers minerais, qui heureusement se ntre ns toutes les classes de terrains, et par conséquent tien à tous les modes et à toutes les époques de for-n. Au e fer est-il connu de temps immémorial, et l'art xtrai de le mettre en œuvre a suivi pas à pas les pro-tion, dont il est presque une condition indispen-. s'applique à une multitude d'usages, pour lesquels un autre corps ne pourrait le suppléer entièrement. Il sur-en effet tous les autres métaux par sa ténacité et sa dureté, et aussi par son élasticité, lorsqu'il est à l'état d'acier.

A l'état de pureté, le fer est d'un gris métallique clair, tirant parfois sur le blanc d'argent; sa cassure est ordinairement grenue, et quelquefois lamelleuse. Sa ténacité est telle, qu'on peut le réduire en fils d'un très-petit diamètre, qui exigent, pour se rompre, un poids considérable. Sa dureté est de 4,5; sa densité, de 7,8. Il jouit au plus haut degré de la propriété magnétique, et lorsqu'il est à l'état d'acier, ou bien de combinaison avec une faible proportion d'oxygène ou de soufre, il peut acquérir ou présenter naturellement des pôles, et conserver pendant un temps plus ou moins long la faculté d'agir à la façon des aimants: aussi, est-il l'âme de la boussole, cet instrument si précieux pour l'art nautique.

Le fer ne fond qu'à une température extrêmement élevée, la plus haute de celles qu'on peut produire dans des fourneaux à vent. On peut l'évaluer par approximation à 1500° du thermomètre à air. Il est infusible au feu du chalumeau ordinaire; mais il jouit d'une propriété bien remarquable, c'est de se ramollir au feu de forge ordinaire, ce qui permet de lui donner alors toutes les formes imaginables. Il s'oxyde facilement à l'air humide et se rouille, c'est-à-dire se couvre d'une couche ocreuse de peroxyde de fer hydraté. L'acide azotique le dissout, et la solution précipite en bleu par le cyano-ferrure jaune de potassium.

Le fer natif ne se présente jamais sous la forme de cristaux complets, mais seulement en masses, à la surface desquelles on aperçoit quelquefois des traces de cristallisation. C'est surtout dans les variétés nickélifères ou fers météoriques, que cette circonstance se remarque. Ces masses, souvent cellulaires, mo trent dans leurs cavités, des lames saillantes, de forme triai - laire, qui sont parallèles aux faces d'un octaèdre régulier. le cas même où elles paraissent tout-à-fait compactes, on par le moyen des figures dites de *Widmanstätten* (voyez 1er „ pag. 352), y faire apparaître des indices certains de la structure intérieure, des stries en rapport avec les plans d'un octaèdre régulier, et l'on juge alors de la nature du système cristallin ces mêmes figures, qui ne sont rien autre chose que le ré t de l'intersection mutuelle des stries. On a pu aussi obtenir cristaux de fer artificiels, et leur forme est venue confi observations qui précèdent. En chauffant dans un tube de v e du protochlorure de fer dans un courant de gaz hydrogène, voit le métal former sur les parois du tube un dépôt b

sont de petits cristaux de fer, de forme cubique et parfai-rminés. Le fer en barres présente quelquefois dans de petites cavités, renfermant des squelettes d'octaè-iliers. Celui qui a été pendant longtemps soumis à l'ac-re chaleur blanche, acquiert une texture lamelleuse, et rage cubique presque aussi parfait que celui de la galène. quelques fers météoriques, celui de Braunau par exemple, ert naturellement un clivage du même genre, avec une ide netteté.

fer natif ne se rencontre que très-rarement dans la nature; dans les lieux où on le trouve, il a toujours été produit par causes accidentelles. Relativement à son origine, on dis-deux sortes de fer natif : le fer natif *tellurique*, qui appar-bien réellement en propre à notre globe, parce qu'il a été it aux dépens des minerais qu'on trouve à sa surface, et le natif *météorique* (ou *sidérique*), qui ne paraît pas avoir une ne terrestre, parce qu'il se rencontre toujours dans ces es qui tombent de l'atmosphère ou des espaces célestes, et on nomme *aérolithes*, ou parce qu'il forme à lui seul, à la ace du globe, des blocs erratiques, d'un caractère tout par-, et qu'on est conduit à attribuer la même origine à ces s, car on en a vu tomber quelques-unes. Le fer tellurique tantôt pur, tantôt aciéreux, ou combiné avec une petite pro-ion de carbone; le fer météorique est presque toujours allié certaine quantité de nickel, en sorte que relativement à nposition chimique, on peut distinguer trois variétés de f :

1° Le fer natif pur. } Fers telluriques.
2° Le fer aciéreux. . }
3° Le fer nickélifère : Fers météoriques.

Le fer métallique, à l'état de pureté, est tellement rare, que ucoup de minéralogistes ont contesté son existence. Il paraît pendant qu'on l'a trouvé en concrétions nodulaires, ou en actites, au milieu de minerais de fer oxydés à Gros-Kams- et à Eibenstock, en Saxe (Karsten). M. Schreiber en a ob-é dans un filon, à la montagne de l'Oulle, près d'Allemont, le département de l'Isère : il était en stalactites, et enve-lop de fer limonite, de quarz et d'argile. Il est probable que les 's métalliques sont dus à la décomposition accidentelle de aines parties du minerai qui leur sert de gangue. M. Mos-r a découvert du fer natif parmi les produits des volcans, dans

un ravin de la montagne de Graveneire, près de Clermont en Auvergne. On a trouvé aux États-Unis, près du mont Canaan, dans le Connecticut, un filon de fer natif, large de deux pouces, au milieu d'un schiste micacé : ce filon est traversé par des feuillets de graphite, et bordé des deux côtés par des salbandes de la même substance; ce fer était exempt de tout autre métal. On le cite encore à Chotzen, en Bohême, en concrétions au n d'un calcaire contenant des pyrites, et sur les bords de la rivière Saint-Jean, dans l'Etat de Liberia, où il enveloppe, dit-on, des cristaux de fer magnétique. Le Dr Andrews a cherché à prouver que beaucoup de roches basaltiques contenaient un peu de fer natif en parties microscopiques.

Le fer aciéreux (ou acier natif) paraît devoir son origine à l'action des feux souterrains, et c'est encore M. Mossier, que nous citions tout-à-l'heure, qui l'a observé au village de Labouiche, près de Néris, département de l'Allier, dans un lieu où il existé une houillère embrasée. Il est en petits globules à surface finement striée, au milieu des roches altérées par la combustion de la houille.

Le fer météorique est celui dont l'origine n'est point terrestre, et qui se présente en masses métalliques, éparses à la surface du globe (Meteoreisen), ou qui est disséminé en petits grains dans des pierres tombées de l'atmosphère (Aérolithes; Meteorsteine). Ce fer n'est jamais parfaitement pur; il est presque toujours mélangé d'une certaine quantité de nickel, qi peut aller jusqu'à 20 pour cent, mais qui est souvent moindre et qui, dans quelques aérolithes seulement, semble complètement disparaître. Au nickel s'ajoutent quelquefois des traces c cobalt, de chrome et de manganèse : il est curieux de trouve ainsi réunis, dans ce singulier gisement, tous les métaux con nus pour être notablement magnétiques à la température ordi naire.

1° Fer météorique en masses métalliques presque pures teoreisen). Ce fer contient toujours du nickel; ses masses so presque toujours caverneuses, et dans leurs cavités se voie fréquemment des traces de cristallisation; ou bien, dans le ca contraire, on peut en faire naître à la surface par le procéd de Widmanstätten. Ces caractères le distinguent très-nettemer du fer tellurique, qui ne renferme point de nickel, et qui (toujours en concrétions dépourvues de structure cristallir

Parmi les blocs de fer natif nickélifère, qui ont été trouvés

la surface du sol en différents lieux, les plus remarquables sont les suivants : la masse de fer, tombée le 26 mai 1751 au village de Hraschina, près d'Agram, en Croatie, et qui pesait 35 kil. 1/2 (1). — Les masses de fer, de 15 et 20 kil., tombées le 14 juillet 1847, à Braunau, en Bohême. — La célèbre masse de fer, dite de *Pallas*, trouvée par ce naturaliste sur le haut d'une montagne, auprès de Krasnojarsk, dans le gouvernement de Jenisseisk, en Sibérie : elle pesait originairement 750 kilog. Cette masse était criblée de cavités, dans lesquelles se trouvait un minéral vitreux analogue au péridot olivine, et un peu de sulfure de fer. — La masse de fer nickélifère, découverte par Brard, à Caille, près Grasse, dans le département du Var, et que possède le Muséum de Paris. Cette masse, qui pèse 591 kilog., est tombée du ciel à une époque inconnue, qui doit être fort ancienne. Elle servait, depuis un temps immémorial, à amarrer les bâtiments : dans les trous dont elle est percée, étaient fixés des crochets de fer destinés à cet usage. L'analyse qui en a été faite, a constaté la présence du nickel, et des portions qu'on en a détachées, ont laissé des surfaces polies, sur lesquelles on distingue les octaèdres en partie saillants, et le réseau triangulaire de stries qui caractérisent la structure des fers météoriques. — Nous citerons encore la grande masse de fer malléable que les naturels du pays exploitent depuis longtemps, sur les bords du Sénégal, en Afrique ; et les énormes masses de fer trouvées en Amérique : une de 1500 kilog., trouvée sur les bords de la rivière Rouge, dans l'Etat de Louisiane ; une autre de 7000 kilog., trouvée à Bahia, au Brésil ; une troisième de 15000 kilog., découverte à Olumba, dans le Pérou ; une quatrième enfin de 20000 kilog., observée par Humboldt, et trouvée près de Durango, au Mexique.

2° Fer natif, en grains disséminés dans les aérolithes ou pierres météoriques (Meteorsteine), qu'on a vues souvent tomber de l'atmosphère, où elles apparaissent sous la forme d'un globe de feu, qui se meut avec rapidité, et qui finit par faire explosion, en se séparant en divers éclats que la pesanteur précipite vers la terre. Le frottement que ces pierres éprouvent en traversant les hautes régions de l'air, les échauffe au point de les rendre incandescentes; elles subissent en même temps un commencement de fusion, qui les recouvre d'une croûte vitreuse de cou-

(1) M. Haidinger a publié en 1859 une notice très-intéressante sur la chute de ce fer météorique, dans le 35e volume des *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Vienne.*

leur noire, qu'on prendrait pour un vernis étendu sur leur surface. A l'intérieur, elles présentent une texture terreuse, quelquefois grenue, et une couleur d'un gris cendré, qui les fait ressembler souvent à certaines roches terrestres, de nature volcanique (telles que les trachytes et les dolérites). C'est au milieu de cette pâte terreuse, que le fer nickélifère est disséminé sous la forme de grains plus ou moins fins, quelquefois imperceptibles à l'œil, mais qui deviennent sensibles lorsqu'on vient à limer la surface et à l'étudier à la loupe. Dans les pierres tombées depuis longtemps, ces parties métalliques se sont transformées en taches de rouille, par suite de leur exposition à l'air.

Quant à l'origine de ces pierres qui, par leur composition, paraissent être tout-à-fait étrangères à notre globe, l'opinion la plus probable et la plus généralement adoptée, est que ce sont des astéroïdes ou petits corps planétaires, ou mieux des amas de matière cosmique, disséminés depuis l'origine des choses dans les espaces célestes, où ils circulent à la manière des comètes, et dont plusieurs sont attirés dans la sphère d'attraction de la terre, qui les fait tomber à sa surface. Cette hypothèse a l'avantage de rattacher le phénomène des aérolithes à celui des étoiles filantes, qui semblent n'être que des corps analogues aux aérolithes, se mouvant à de grandes hauteurs et avec une énorme vitesse, mais ne faisant que traverser rapidement les parties supérieures de notre atmosphère, sans y laisser d'autres traces de leur passage, que la traînée lumineuse qu'ils produisent par leur inflammation.

Nous nous bornerons à citer ici quelques exemples de chutes d'aérolithes, en choisissant celles qui nous paraissent pouvoir offrir à nos lecteurs un intérêt particulier. 1° La pluie de pierres, qui a eu lieu près de la ville de L'Aigle, dans le département de l'Orne, en France, le 15 mars 1806 : elle a donné lieu à une enquête dirigée par M. Biot, et à un rapport très-remarquable de ce savant, fait à l'Académie des Sciences de l'Institut. — 2° A Ensisheim, dans le département du Haut-Rhin, on avait constaté la chute d'un aérolithe, le 7 novembre de l'année 1492. — 3° A Alais, dans le département du Gard, une pluie de pierres a eu lieu le 15 mars 1806. — 4° Une autre à Juvenas, dans l'Ardèche, le 15 juin 1821. Le Muséum de Paris possède une de ces pierres, qui pèse 42 kilog. Le bloc dont elle a fait partie, et qui a été divisé par les ouvriers, après son extraction du sol où il s'était enfoncé, pesait 92 kilog. — 5° En-

fin, tout récemment, à Aussun, près Montrejeau, dans le département de la Haute-Garonne, on a constaté une nouvelle pluie de pierres, qui a fourni pour les collections, des échantillons d'un volume considérable, et a donné lieu à des observations et à des recherches fort importantes. Les aérolithes ou météorites pierreux sont en général d'un poids beaucoup plus petit que les météorites métalliques que nous avons cités en premier lieu. Les plus volumineux ne vont guère au-delà de 2 à 3 quintaux. Le nombre des chutes d'aérolithes, qui ont été observées, ou qui sont admises comme réelles par les historiens et les savants, s'élève maintenant à plus de 200. Le Musée impérial de Vienne, une des collections les plus riches en pierres de ce genre, en possède aujourd'hui des échantillons, provenant de 140 localités distinctes, avec l'indication précise de la date de leur chute, ou au moins de l'époque de leur découverte.

Parmi les aérolithes qui viennent de pays autres que la France, nous nous bornerons à citer ceux de Stannern, en Moravie, tombés le 28 mai 1808, et qui ont la plus grande analogie avec l'aérolithe de Juvenas; et celui de Blansko, en Moravie, tombé le 25 novembre 1833.

Depuis quelques années, un grand nombre de travaux ont été entrepris par les chimistes et les minéralogistes, dans le but de découvrir la véritable composition minérale des aérolithes; et l'on est arrivé à quelques résultats intéressants, en soumettant ces pierres à une double analyse, d'abord mécanique, et ensuite chimique; en séparant avec soin les parties magnétiques de celles qui ne le sont pas, et les parties solubles des parties insolubles. On a reconnu ainsi que les aérolithes étaient en général des mélanges de différentes combinaisons chimiques, la plupart connues déjà parmi les produits naturels de notre globe, et quelques-unes paraissant être des composés nouveaux.

Parmi les combinaisons métalliques qu'on y découvre, nous citerons d'abord, comme la plus caractéristique et la plus commune, le fer nickélifère : nous avons déjà dit que, dans cet alliage naturel, la proportion du nickel peut aller jusqu'à 20 pour cent. Ces parties métalliques agissent fortement sur l'aiguille aimantée. On a reconnu cependant qu'il existe des aérolithes sans fer métallique : le fer y est à l'état de pyrite magnétique, de pyrite ordinaire, ou de fer chromé. A cette catégorie particulière appartiennent les aérolithes de Juvenas et de Stannern. Mais dans le plus grand nombre des pierres tombées du ciel, le fer métal-

lique existe en grains, et, dans ce cas, il est toujours mêlé de nickel. Ces parties ferrugineuses sont plus ou moins abondantes, et par la variation du rapport qui existe entre elles et les pierreuses, on conçoit qu'il puisse s'établir une sorte de p entre les météorites pierreux et ceux qu'on nomme métalliqu et qui, comme le fer de Pallas, peuvent renfermer des part vitreuses dans leurs anfractuosités. Après le fer nickélifère, les combinaisons métalliques qu'on observe dans les aérolithes, sont: la pyrite commune et la pyrite magnétique, que nous avons déjà mentionnées, et un phosphure double de fer et de nickel, reconnu par Berzélius.

Les combinaisons du fer, à l'état salin, sont : le fer magnétique et le fer chromé. Les aérolithes renferment aussi quelques parties combustibles, dues à des combinaisons du soufre et du carbone. On a même voulu établir, sous le nom de *météorites charbonneux*, une division particulière parmi les pierres météoriques : mais, on ne connaît guère qu'un seul exemple de ces météorites charbonneux, et encore paraît-il douteux aux yeux de quelques minéralogistes. Parmi les pierres tombées à Alais en 1806, se trouvaient, dit-on, des météorites spongieux, friables, d'un noir terne, et tachant les doigts comme le charbon. Analysés par Vauquelin et Thénard, ils ont fourni, avec les éléments ordinaires des aérolithes, une certaine proportion de soufre et de carbone, n'allant pas au-delà de quelques centièmes, et ont donné lieu à une perte assez considérable, qu'on peut expliquer par la disparition d'un composé combustible ou volatil.

Quant à la partie pierreuse, qui forme le fond de ces aérolithes proprement dits, on a reconnu qu'elle se composait le plus généralement de péridot olivine, qu'on a reconnu quelquefois à sa forme cristalline; de certaines espèces de feldspath, qui sont l'oligoclase, le labrador et l'anorthite; d'amphigène, et de pyroxène augite, ou même de hornblende: toutes combinaisons qu'on est habitué à rencontrer dans les roches terrestres, et particulièrement dans celles d'origine ignée. Ainsi, selon M. Nordenskiöld, l'aérolithe de Lontalax, en Finlande, aurait sa pâte terreuse, composée d'olivine, d'amphigène, et de pyrite magnétique. Selon M. G. Rose, l'aérolithe de Juvenas, que Mohs avait déjà comparé à la dolérite du mont Meissner, en Hesse, serait formé d'augite, de labrador ou d'anorthite et de pyrite magnétique. M. Rammelsberg a trouvé dans celui de Blansko, un mélange d'olivine, d'oligoclase et d'augite.

Mais, indépendamment de ces composés bien connus, on trouve encore dans les aérolithes, des substances ou combinaisons chimiques qu'on n'a point jusqu'ici rencontrées parmi les minéraux terrestres. Tel est le phosphure double de fer et de nickel, reconnu par Berzélius dans l'aérolithe de Bohumilitz, en Bohême, et auquel Haidinger a donné le nom de *Schreibersite*. Selon Lawrence Smith, cette combinaison serait très-commune dans les météorites d'Amérique, et elle répondrait à la formule Ni^2Fe^4P. M. Shepard a aussi indiqué, sous les noms de *dyslytite*, de *sphénomite*, d'*apatoïde*, etc., des combinaisons nouvelles, qu'il dit avoir reconnues dans plusieurs aérolithes du nouveau et de l'ancien monde.

Le fer natif est beaucoup trop rare et trop accidentel, pour qu'on puisse le considérer comme un véritable minerai. Tout le fer employé dans les arts provient donc des combinaisons de ce métal avec d'autres corps : les seules qu'on puisse exploiter avec avantage pour en extraire ensuite le métal, sont des oxydes, des hydrates ou des carbonates. Elles se réduisent à quatre : le *Fer magnétique* (ou Fer oxydulé de Haüy), le *Fer oligiste* (ou Fer oxydé rouge), le *Fer hydraté* (ou Limonite), et le *Fer carbonaté*. Ces substances seront décrites plus loin, à la place que la méthode leur assigne, et avec tous les développements convenables. Nous nous bornerons ici à en donner une notion abrégée, avant de faire connaître les moyens par lesquels on peut en extraire le métal.

Le fer magnétique (ou mine noire en roche) est d'un noir brillant, quand il est en masse cristalline, et d'un noir pur dans sa poussière ; il agit fortement sur l'aiguille aimantée. On le trouve en grandes masses, qui sont tantôt grenues, tantôt compactes ou terreuses. Ce minerai est très-riche : il renferme 72 pour 100 de fer ; il se traite avec la plus grande facilité, et donne un fer de la meilleure qualité. C'est avec ce minerai, provenant des mines de Suède et de Norwège, que les Anglais fabriquent leur excellent acier. Il appartient exclusivement aux terrains de cristallisation, où on le trouve en amas ou énormes filons. Les exploitations les plus importantes de ce minerai, dans le royaume de Suède, sont celles du Taberg en Smolande, de Dannemora en Uplande, de Gellivara en Laponie, et d'Arendal en Norwège. On exploite des minerais semblables à ceux de la Suède, à Cogne et à Traverselle en Piémont. En France, le fer magnétique est très-rare, et n'est l'objet d'aucune exploitation.

Le fer oligiste (ou fer oxydé rouge) est naturellement rouge, quand il est en masses terreuses ou fibreuses, de là les noms de *sanguine*, et d'*hématite* qu'il reçoit dans ce cas; lorsqu'il est cristallisé, il est métalloïde et d'un gris d'acier en masse, mais toujours d'un rouge foncé, lorsqu'on le réduit en poussière. Ce minerai est moins riche que le précédent, parce que le fer s'y trouve au maximum d'oxydation : c'est du fer peroxydé, contenant seulement 60 pour 100 de fer. On en exploite trois variétés: le *métalloïde*, l'*hématite rouge fibreuse*, et le *compacte lithoïde* (ou mine rouge en roche). L'hématite est en masses mamelonn à texture rayonnée et fibreuse, comme celle du bois : c'est minerai assez riche, comparativement à ceux dont il nous reste à parler, et il est très-recherché, parce qu'il donne d'excellente fonte. Il est malheureusement rare en France, où on ne le connaît guère qu'à Baigorry, dans les Basses-Pyrénées. Les exploitations les plus célèbres de fer oligiste, en Europe, sont celles de l'île d'Elbe, dans la Méditerranée, et de Framont dans les Vosges. La première remonte à une époque fort ancienne; du temps de Virgile, les mines de l'île d'Elbe passaient pour inépuisables, et elles sont encore aujourd'hui excessivement riches. La France possède un gîte important de minerai rouge en roche, à La Voulte, dans le département de l'Ardèche.

Le fer hydroxydé ou Limonite est un minerai brun ou jaune de rouille, qui ne se distingue du précédent que par l'eau qu'il contient en plus, et par la couleur jaune de rouille de sa poussière. C'est à cette espèce que se rapportent tous les minerais de fer de la France. Les variétés de cette espèce, que l'on exploite, parce qu'elles existent en grandes masses, sont au nombre de cinq : 1° l'*hématite brune* ou noire, en masses mamelonnées fibreuses, comme l'hématite du fer oligiste, mais sans traces de couleur rouge : la surface des masses est brune, ou recouverte d'un vernis noir, luisant et quelquefois irisé; 2° la *mine brune en roche*, compacte et lithoïde; 3° le fer hydraté *oolithique* des terrains jurassiques, en masses composées de petits globules, comparables à des œufs de poisson; 4° la variété *pisolithique* (mine de fer en grains), des terrains tertiaires ou d'alluvion, en globules bruns de la grosseur d'un pois, libres ou réunis en masse solide par un ciment argileux; 5° le fer *limoneux* (mine de fer des marais), en masses ocreuses d'un jaune de rouille.

L'hématite brune a la propriété de donner de l'acier de forge, comme le fer spathique dont nous allons parler, et qu'elle as-

compagne fréquemment. On l'exploite à Ranoié, dans le département de l'Ariège, dans les Pyrénées, et dans les Alpes dauphinoises. La mine brune en roche est exploitée dans plusieurs départements en France (le Gard, l'Ardèche, l'Ariège, la Mo- s, etc.). Le fer en grains est pour la France une source iné- able de richesses. Il y forme des dépôts superficiels, généra- de faible épaisseur, mais qui s'étendent sur des provinces es. C'est surtout dans les contrées où les calcaires oolithi- constituent le sol, qu'on le trouve en plus grande abon- e. Il est placé à la surface, ou il remplit des fentes et des ités irrégulières de ces calcaires, à la formation desquels il anger; car il appartient à l'époque des terrains tertiaires, n ne à une époque encore plus récente. Ce minerai est in, surtout dans les départements de la Haute-Saône, de ute-Marne, du Haut-Rhin et de la Moselle; c'est lui qui nte les usines de la Normandie, du Berry, de la Bourgogne, de Franche-Comté, et entre autres la célèbre fonderie du Cre t. On trouve au milieu même des calcaires oolithiques, une autre variété de fer hydroxydé, qu'on nomme aussi oolithique, à cause de sa structure : ce minerai ne se distingue pas seulement du précédent par la petitesse de ses grains, mais encore parce qu'il est en couches régulièrement intercalées au milieu des terrains jurassiques, et que par conséquent il appartient à leur époque de formation : il contient souvent des coquilles fossiles, et donne un fer d'assez mauvaise qualité. Quant au fer limoneux, il n'est point exploité en France : mais il l'est en Allemagne, et surtout dans le nord de l'Europe.

Le fer carbonaté est d'un gris jaunâtre et forme des masses tantôt cristallines, tantôt compactes et terreuses, qui s'altèrent plus ou moins facilement par une longue exposition à l'air, devenant d'abord brunes ou noires, puis d'un brun-jaunâtre, et se changeant aussi en fer hydraté. Les variétés de cette espèce que l'on exploite, se réduisent à deux, savoir : la variété *spathique*, la variété terreuse ou *lithoïde*. Le fer spathique (ou mine d'a-) est cristallisé, comme le calcaire de même nom, et se clive illement dans trois directions, en donnant des fragments forme rhomboédrique, qui se rapprochent beaucoup par la ir de leurs angles, de ceux du carbonate de chaux. Ce mi- i riche en fer, très-facile à fondre, et donne de l'acier c ent. Il existe en filons à Baigorry, dans les Basses-Pyré- i ite de nombreuses forges catalanes dans les dépar-

tements voisins. On le trouve aussi en grandes masses à Allevard, dans le département de l'Isère, et on l'emploie pour la fabrication de l'acier de Rives. Le fer carbonaté, terreux ou lithoïde, est appelé *minerai de fer des houillères,* parce qu'on le trouve disséminé en petits lits et le plus souvent en rognons, au milieu des argiles et des grès du terrain houiller. Ce minerai, quoique d'une valeur intrinsèque assez faible, est néanmoins très-précieux à cause de son abondance, et parce qu'il est dans le voisinage d'un combustible qui peut servir à son traitement métallurgique. Il est très-commun dans les houillères de l'Angleterre, et c'est presque le seul minerai de fer de ce pays, dont les usines à fer livrent annuellement une quantité de produits à peu près triple de celle que donnent toutes les forges de la France. Il existe aussi en assez grande abondance dans quelques parties du territoire français, notamment à Saint-Etienne, dans le département de la Loire, et à Aubin, dans le département de l'Aveyron. Enfin, on l'exploite depuis longtemps en Allemagne, dans le Palatinat et la Silésie.

Tels sont donc les différents minerais employés à la fabrication du fer, savoir : le fer magnétique et le fer oligiste, dits minerais de montagne, dans les usines de la Suède, de la Norwège et de la Haute-Italie; le fer limoneux dans celles de l'Allemagne septentrionale, le fer en grains et le fer spathique dans celles de la France, et le fer carbonaté lithoïde dans les nombreuses fonderies de l'Angleterre.

De ces divers minerais, on retire le fer sous l'un des trois états suivants : l'état de *fonte* ou de fer cru, l'état de *fer malléable* (fer forgé ou en barres), et l'état d'*acier.* Pour convertir le minerai dans un de ces produits, on le prépare à la fusion par des opérations diverses, telles que bocardages, lavages, grillages, etc., qui ont pour objet de le diviser, de le séparer autant que possible des parties terreuses qu'il renferme, d'en chasser l'eau et l'acide carbonique, et de le transformer en oxyde pur. Cela fait, on le porte dans un fourneau de fonte, appelé *haut-fourneau,* où on le dispose par couches avec un combustible charbonneux (charbon de bois, ou coke) et souvent avec un fondant argileux ou calcaire; puis on soumet le tout à l'action du feu, soutenu et animé par le vent d'une machine soufflante. Il se produit alors deux opérations : la première consiste dans la réduction de l'oxyde en matière métallique fusible (*fonte*), qui se rassemble dans le creuset du fourneau; cette réduction a lieu par le char-

bon, ou plutôt, comme l'a prouvé M. Leplay, par le courant de gaz oxyde de carbone qui se forme, et qui est un corps réducteur, comme l'hydrogène, à une haute température ; il enlève alors au minerai son oxygène, dont il est très-avide, et se transforme en acide carbonique. La seconde opération, est la séparation des matières terreuses, qui s'écoulent sous la forme de scories par une ouverture placée au bord supérieur du creuset. Lorsque celui-ci est plein de fonte, on la coule dans des moules de sable ou dans un sillon tracé sur le sol de la fonderie, en débouchant un trou que l'on a ménagé vers le fond du fourneau.

La plus grande partie de la fonte, ainsi obtenue, sert à ali-nter les forges, où on l'épure, en la refondant, et la mainte-t longtemps liquide au contact de l'air, pour qu'elle soit s ise à une action oxydante. La fonte n'étant qu'une com-ison du fer avec de petites quantités d'oxyde non réduit, de carbone et de silicium, par cette action longtemps prolongée, le carbone se dégage à l'état d'acide carbonique, le silicium changé en acide silicique se combine avec l'oxyde de fer qui se reproduit à la surface, ou avec celui qui était resté mélangé dans la fonte, et forme avec eux des silicates fusibles qui se séparent à l'état de scories ; la fonte passe ainsi peu à peu à l'état de fer proprement dit.

L'autre partie de la fonte, après avoir éprouvé souvent une nouvelle fusion dans des fours à réverbère, est coulée sur des moules de différentes formes, pour être employée immédiatement dans l'industrie ou l'économie domestique, et constitue la *fonte moulée* du commerce. C'est avec cette matière qu'on exécute les marmites, les chenets et plaques de cheminée, les bombes, les canons de rempart, et les grandes constructions en fer, telles que coupoles, ponts, chemins de fer, etc.

Malgré cette énorme consommation de la fonte en nature, l'opération qui en absorbe le plus, est la fabrication du fer : car, presque tout celui qu'on emploie dans les arts, provient de la fonte qui a été *affinée* ou épurée dans un fourneau semblable à une forge ordinaire (fourneau d'affinage), et qu'on a ensuite étirée sous le martinet ou entre des cylindres. En remuant la fonte, que l'on obtient liquide au moyen du charbon, sous le jeu des soufflets, on sent se former des grumeaux, que l'on rassemble en une masse appelée *loupe :* puis on soumet cette masse, afin d'en rapprocher les parties, à l'action du martinet ou des cylin-

dres, et on finit par l'amener à l'état de fer forgé, en pièces plus ou moins grosses.

Quant à l'acier, qui est le troisième produit des minerais de fer, il se fait communément avec le fer forgé, que l'on tient longtemps soumis à une haute température dans des caisses de briques, bien fermées, où on l'a disposé par lits alternatifs, avec de la poussière de charbon. L'acier produit de cette manière se nomme *acier de cémentation*. C'est une combinaison de fer et de carbone, qui se distingue de la fonte par une plus grande pureté, par la propriété de se laisser forger et limer, et d'acquérir un grand degré de dureté et d'élasticité par la trempe. L'acier de cémentation cassé en petits morceaux, que l'on place dans des creusets très-réfractaires, et chauffé fortement dans des fours à courant d'air, est susceptible de se fondre et d'être coulé dans des lingotières. C'est ainsi qu'on se procure l'*acier fondu*, qui reçoit le plus brillant poli, et avec lequel on fabrique les rasoirs, les bijoux et les parures d'acier.

Lorsqu'on a des minerais riches et de facile fusion, tels que certaines hématites, et surtout les fers spathiques, on peut obtenir du fer malléable du premier feu, et par conséquent économiser beaucoup de temps et de combustible, en évitant l'opération qui a pour but de changer le minerai en fonte. Pour cela, on place immédiatement celui-ci dans le creuset même de la forge, où l'on aurait affiné la fonte, si l'on avait suivi le procédé ordinaire. Ce nouveau procédé est usité depuis longtemps en Catalogne et dans les Pyrénées : il s'appelle *fonte à la catalane*.

La fonte qui provient de l'hématite et du fer spathique est susceptible de donner directement de l'acier, et non du fer, quand on la traite convenablement, en évitant de brûler tout le carbone qu'elle renferme. On voit donc que les minerais de fer peuvent produire immédiatement, soit de la fonte, soit du fer, soit de l'acier.

La France possède actuellement plus de cent mines de fer proprement dites, dont soixante seulement sont en exploitation. Il existe environ cent forges catalanes en activité dans neuf départements voisins de la chaîne des Pyrénées, et quatre à cinq cents hauts-fourneaux, répandus dans quarante-six départements. Ceux où la fabrication du fer a le plus d'importance, sont : la Haute-Marne, la Haute-Saône, Saône-et-Loire, la Côte-d'Or, les Ardennes, la Moselle, la Meuse, la Nièvre, le Cher, le Doubs, la Dordogne, l'Indre et l'Eure. L'une des fonderies les plus vastes

et celle du Creusot, département de Saône-et-Loire. Le moulage de la fonte s'exécute dans quarante-trois départements; parmi els on doit citer en première ligne la Seine et le Rhône. (nt au travail du gros fer, il se fait dans de nombreuses qui ont pour objet la fabrication du fil-de-fer, de la tôle, fer-blanc, de l'acier, etc. Le nombre des ouvriers qui ont existence attachée à l'industrie du fer, s'élève à plus de cent é.

Le fer est véritablement le métal par excellence : il constitue i seul la plus grande partie de la valeur créée par l'exploi- i des mines dans les états d'Europe. La France tire 150 ions de ses usines à fer, et à peine quelques millions de ses es mines. L'Angleterre produit, en fonte et en fer, une valeur 400 millions, tandis que tous les autres métaux ne figurent que pour 50 millions. L'Allemagne, qui est le pays des grands travaux de mine, produit 42 millions de fer et de fonte, c'est-à-dire 80 pour cent de la valeur totale créée par ses nombreuses exploitations. On voit que les usines à fer de l'Angleterre produisent une quantité de fer dont la valeur est presque triple de celle que donnent toutes les forges de la France. On estime qu'en Europe le total du produit du fer fabriqué annuellement, monte à plus de 600 millions de francs, valeur qui dépasse de beaucoup celle du produit des mines d'or et d'argent du Nouveau-Monde.

12e Espèce. Palladium.

Nouveau métal découvert en 1803, par Wollaston, dans le platine brut du Choco, près Popayan, dans l'Amérique méridionale, et retrouvé ensuite à l'état natif ou presque pur, dans les sables aurifères et platinifères du Brésil et des monts Ourals. Ce métal a une couleur blanche ou d'un gris d'acier clair, comme le platine : il est ductile et malléable; il prend un beau poli par le travail, et présente alors un éclat très-vif; sa dureté est de 5; sa densité de 11,8. Il est infusible par lui-même au chalumeau, mais fond aisément avec le soufre; en continuant de chauffer, le soufre se dégage, et l'on obtient un globule de palladium. Il est inattaquable par beaucoup d'acides, mais l'acide azotique le dissout, en prenant une teinte de rouge brun foncé.

Le palladium natif est le plus souvent en paillettes, ou en grains composés de fibres divergentes; mais, selon M. Haidinger, on rencontre quelquefois parmi ces grains, de petits octaèdres

réguliers, en sorte que le système de cristallisation admis pour cette espèce, est le régulier. Cependant, Zincken prétend avoir trouvé près de Tilkérode, au Harz, sur des lamelles d'or contenues dans un diorite, du palladium en petites tables hexagonales, très-brillantes et clivables avec netteté parallèlement à leurs pans; c'est sur cette observation que s'est appuyé M. G. Rose, pour dire que le palladium est dimorphe. Le palladium natif est sensiblement pur, il est seulement mêlé d'un peu de platine et d'iridium.

De grandes quantités de ce métal ont été extraites des sables platinifères du Brésil; et il a été préparé en grand par M. Bréant à Paris. Le garde-meubles de la Couronne possède une coupe de palladium, pesant plus d'un kilogramme. A l'état d'alliage blanc, composé d'une partie de palladium et de six parties d'or, il est employé pour la construction des échelles des instruments de précision; il forme la partie graduée du fameux cercle mural de l'observatoire de Greenwich, et celle d'un des grands cercles de l'observatoire de Paris. Les dentistes font usage d'un alliage du même genre pour la pose des dents artificielles.

APPENDICE. — **Palladium aurifère.**

On a trouvé dans la roche aurifère nommée *Iacotinga*, à Gongo-Socco, province de Minas-Geraes au Brésil, un palladium aurifère, ou plutôt un *or palladifère* de couleur pâle, contenant 25 pour cent de palladium. Une autre variété de mélange du palladium avec l'or et avec l'argent, en petits grains cristallins, existe de même au Brésil, dans la Capitainerie de Porpez : elle a reçu le nom de Porpezite, et aussi celui d'*Auro-poudre*. Elle contient, sur 100 parties, 10 parties de palladium, 86 parties d'or, et 4 d'argent. Cette variété serait mieux placée à l'or, sous le nom d'or palladifère et argentifère.

13e Espèce. **Rhodium** (Aurifère).

Syn : *Rhodium-Gold.*

Le rhodium, allié avec l'or, existe en petites quantités dans la plupart des minerais de platine; il a été reconnu comme un métal particulier, par Wollaston en 1804, qui lui a donné son nom, à cause de la couleur rose de ses dissolutions salines. C'est un métal gris, comme le platine, mais plus difficile à fondre que

ce dernier métal. Les acides oxydants et l'eau régale ne l'attaquent pas, quand il est pur : mais, il se dissout dans l'eau régale, quand il est allié au platine. Il devient encore soluble quand on le fond avec le bisulfate potassique. Un mélange de nitre et de potasse l'attaque aussi à la chaleur rouge, et le change en sesquioxyde, que l'on obtient sous la forme de poudre noire.

Le rhodium aurifère se rencontre dans le sable platinifère de Choco et de Barbacoas, près Popayan, en Colombie. La mine de platine, provenant de ces localités, en contient environ 3 pour cent. Del Rio le mentionne comme existant aussi au Mexique. Ces variétés de mélange renferment de 34 à 43 pour cent de rhodium. Leur densité est de 16. Celle du rhodium pur n'est que de 10,6.

14e Espèce. Or.

Syn. : L'*Aurum*, des Latins ; le *Gediegen Gold*, des Allemands.

Caractères essentiels.

Composition chimique : corps simple, métallique Au, presque pur ; mélangé quelquefois d'une certaine proportion d'argent ; avec des traces de cuivre et de fer.

Forme cristalline fondamentale : le cube.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Cristallisé sous les formes ordinaires du système régulier. — N'offrant point de clivages sensibles.

Physiques. — Dureté : 2,5, tendre, très-malléable, et en même temps très-tenace. — Densité : 19,37, quand il est parfaitement pur. Celle de l'or natif varie entre 17 et 19,4.

Couleur : le jaune pur de l'or, mais passant quelquefois à des nuances plus pâles, comme le jaune de laiton. Réduit à l'état de lame très-mince, il paraît vert par transparence.

Chimiques. — Ne s'oxydant point à l'air, comme la plupart des métaux usuels. — Inattaquable par tous les acides, excepté par l'eau régale, qui seule peut le dissoudre. La solution obtenue au moyen de cette liqueur, précipite en pourpre par le chlorure d'étain. Le mercure dissout l'or, aussi bien que l'argent. Il est fusible seulement à une température très-élevée, qu'on évalue à 1200° du thermomètre à air ; non volatil au feu de forge. Sous le feu du chalumeau, il fond aisément en un globule. Avec le sel de phosphore, l'or pur n'éprouve aucun chan-

gement, et laisse à la perle vitreuse toute sa transparence. Il n'est pas de même de l'or argentifère, dans lequel la proportion d'argent varie depuis 1 jusqu'à 40 pour cent. A la flamme de réduction, l'or argentifère colore le sel de phosphore en jaune et le rend opaque. Quand il ne contient pas plus de 20 p cent d'argent, il est aisément attaqué et décomposé par l régale, avec précipité de chlorure d'argent. Si la teneur en gent est plus considérable, et qu'on fonde le minerai avec du plomb, en traitant ensuite par l'acide nitrique, l'argent et le plomb seront dissous en même temps, et l'or sera mis en liberté.

L'or est distingué de tous les autres métaux par sa belle couleur jaune, par une densité considérable, et une grande ma bilité. Il pèse dix-neuf fois autant que l'eau, à volume égal, ou à peu près deux fois autant que l'argent : sa densité ne le cède qu'à celles du platine et de l'iridium. Il surpasse tous les métaux par sa ténacité, qui est telle, qu'un fil de 3 millimètres de diamètre supporte un poids de 250 kilogrammes, sans se rompre. Sa malléabilité est si grande, qu'on peut l'employer en dorure, c'est-à-dire par couche d'une minceur extrême. Sa dureté assez faible, ce qui fait qu'on a besoin, pour en former l'or monnayé et l'or de bijoux, de l'allier avec une certaine quantité de cuivre ou d'argent, dont la proportion est réglée par la loi et garantie par le contrôle; on sait que la monnaie d'or renferme un dixième de cuivre. Il est remarquable encore par son inaltérabilité à l'air, et sa résistance à l'action des acides ordinaires. C'est sur cette dernière propriété que se fonde l'essai par la pierre de touche, dans lequel l'acide azotique sert à dissoudre le cuivre ou l'argent, sans attaquer l'or. Le mercure, au contraire, pouvant dissoudre ce dernier métal, on a recours au procédé de l'amalgamation pour retirer les plus petites particules d'or, des minerais réduits en poudre, ou des minerais naturellement terreux qui en renferment.

L'or ne se rencontre guère dans la nature qu'à l'état métallique (ou natif), et à l'état de simple alliage avec une certaine proportion de cuivre ou d'argent, qui modifie plus ou moins sa couleur. On le rencontre encore quelquefois, mais bien rarement, combiné avec le tellure, et à l'état de composés définis (voyez TELLURURES). Quelques minéralogistes ou chimistes ont voulu considérer aussi les alliages d'or et d'argent comme des combinaisons véritables, et par conséquent comme des espèces particulières. Mais, les proportions varient tellement, que nous ne

saurions y voir qu'un mélange indéfini de deux métaux de cristallisation semblable. Ce mélange, qu'on désigne souvent sous le nom d'*electrum*, sera donc placé à la suite de l'or, comme une variété de cette espèce, produite par des substitutions isomorphiques. Commençons par décrire les variétés pures de l'or natif.

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : b^1, b^3.

— sur les angles : a^1, a^2, $i = b^1\, b^{1/2}\, b^{1/4}$.

Les formes simples ou combinaisons principales, observées parmi les formes cristallines de l'or natif, sont les suivantes :

1. L'or natif *cubique*, p. A Vöröspatak, en Transylvanie.

2. L'*octaèdre*, a^1. Tantôt cunéiforme, ou segminiforme ; tantôt transposé. Mine de Sméof, en Sibérie.

3. Le *cubo-octaèdre*, $p\,a^1$. En cristaux réguliers, d'un volume sensible, à Matto-Grosso, au Brésil.

4. Le *dodécaèdre*, b^1.

5. Le *trapézoèdre*, a^2. Les faces du trapézoèdre se combinent souvent avec celles de l'octaèdre régulier, sur les angles duquel elles forment des pointements à quatre faces (pl. 4, fig. 18). En Transylvanie.

6. Le *triforme*, $p\,b^1\,a^1$. Cette combinaison offre souvent une apparence tabulaire, par suite de l'extension démesurée qu'ont prise deux des faces du cube. A Matto-Grosso, au Brésil.

7. L'*hexatétraèdre*, b^3. De la province de Goyaz, au Brésil, et de Vöröspatak, en Transylvanie. On voit aussi la même variété, avec des troncatures sur les arêtes des pyramides. — Ses cristaux, quand ils sont hémitropes, sont quelquefois raccourcis, au point de ressembler à une double pyramide hexagonale, le plan d'hémitropie étant toujours parallèle à une face de l'octaèdre régulier.

Les cristaux qui viennent des monts Ourals, sont très-compliqués ; c'est l'octaèdre qui est leur forme dominante, et il est souvent modifié par des facettes appartenant au scalénoèdre ou solide à 48 faces $b^1\, b^{1/2}\, b^{1/4}$ (G. Rose).

Formes indéterminables.

Si l'or se montre quelquefois régulièrement cristallisé, il est plus ordinaire de le rencontrer à l'état de *lames*, planes ou contournées; de *dendrites* ou de ramifications, provenant de petits cristaux, implantés les uns sur les autres, ou sous la forme de réseaux ou d'enduits à la surface de diverses gangues pierreuses, dont la plus commune est le quarz, ou bien encore sous celle de *filaments* pénétrant ces mêmes gangues. Enfin, et c'est sa manière d'être la plus habituelle, on le trouve en *grains* ou *petites paillettes,* engagés dans des pyrites ferrugineuses ou cuivre s, que, pour cette raison, on nomme aurifères, ou bien dissémi dans des argiles ou des roches arénacées. Ces grains en géné sont fort petits : quelquefois cependant ils forment des m arrondies, plus ou moins volumineuses, qu'on nomme *pépites.*

Le Muséum d'histoire naturelle de Paris en possède une d le poids est de plus d'un demi-kilogramme. On a trouvé les sables des monts Ourals, des pépites pesant 10, 15 et jusqu'à 36 kilogrammes; dans les nouveaux gîtes de l'Australie, pépites non moins remarquables, dont une pesait 43 kil et on en cite une, trouvée en Californie, dans l'Amérique du rd, dont le poids était d'environ 60 kilogrammes. Ces masses d'or contiennent des pores et des cavités qui rendent leur de apparente inférieure à la densité normale de l'or écroui : c densité de l'or en pépites varie de 15 à 19.

L'or natif en grains disséminés est presque toujours pur, quand il s'offre avec la couleur jaune qui lui est propre : on n'a besoin que de rassembler ces grains et de les fondre, pour pouvoir verser l'or dans le commerce avec une valeur de 3200 fr. le kilogramme. Dans ses divers gisements, l'or se montre en général dans un état de division et de dissémination fort remarquable : pour en donner une idée, il nous suffira de dire que l'on exploite des filons de pyrites aurifères qui n'en contiennent qu'un deux-cent-millième : c'est-à-dire qu'il faut extraire de la mine deux cent mille kilogrammes de minerai, pour avoir un seul kilogramme d'or. On comprend d'après cela comment il se fait que l'or soit un métal si cher, et qu'une mine d'or soit souvent une propriété fort peu avantageuse. A cause de l'état extrême de division dans lequel l'or se rencontre habituellement, il est un des métaux les plus rares, mais en même temps un des plus répandus

dans la nature : car, il n'y a guère de terres arables ou de sables de rivière qui n'en contiennent quelques parcelles, et on en a trouvé jusque dans les cendres des végétaux (1).

Gisements et usages de l'or. — L'or natif, considéré au point de vue géologique, peut présenter trois sortes de gisements :

1° Il forme des gîtes spéciaux, appelés *gîtes de contact*, et consistant en lits ou petites veines, disséminés dans des terrains schisteux cristallins ou des roches métamorphiques, surtout dans les parties de ces terrains qui sont voisines de certaines roches éruptives, telles que porphyres, diorites et serpentines (mines de Gongo-Socco, au Brésil).

2° Il se rencontre dans les filons pierreux ou métallifères qui traversent ces mêmes terrains, en même temps que le sol intermédiaire; ces filons ne sont le plus souvent que des filons quarzeux, dans lesquels se trouvent disséminés de loin en loin des veinules ou des filets d'or (filons de la Californie et de l'Australie; filons du Salzbourg; filon de la Gardette, dans le département de l'Isère, en France). Ce mode de gisement est moins riche que le précédent : les filons aurifères sont plus communs qu'on ne pourrait le supposer, d'après le haut prix de ce métal, mais l'or est tellement dispersé dans sa gangue de quarz, il y est disséminé en si petite quantité, que les frais d'exploitation dépassent presque toujours le produit que l'on en retire.

3° Enfin, et c'est le cas le plus ordinaire et le gisement le plus avantageux, l'or natif est disséminé en grains ou en paillettes dans des terrains d'alluvion superficiels, qui consistent principalement en sables quarzeux et ferrugineux, pouvant être en même temps gemmifères et platinifères, et que l'on rapporte au sol diluvien, ou tout au plus à la partie supérieure du sol tertiaire. On ne connaît point encore ce métal dans les terrains secondaires proprement dits. Ces alluvions aurifères se rencontrent le plus souvent dans des vallées ouvertes au milieu de montagnes anciennes, dans lesquelles l'or existe encore ou a existé anciennement sous la forme de filons ou de veines, et c'est à la destruction de tout ou partie de ces gîtes primitifs que l'on

(1) Cet état de dissémination n'est pas particulier à l'or, on le retrouve aussi dans d'autres métaux, et notamment dans l'argent. MM. Durocher et Malaguti ont découvert des traces d'argent dans un grand nombre de minerais métalliques, et reconnu la présence de ce métal dans les eaux de la mer. On pense qu'il y est à l'état de chlorure d'argent dissous par le chlorure de sodium. Un savant Américain a calculé que l'Océan contenait deux millions de tonnes, ou deux billions de kilogrammes d'argent.

attribue la dispersion de l'or dans les dépôts que les eaux ont formés de leurs détritus. Dans ces gîtes, l'or se trouvait associé au quarz-hyalin et à des minerais de fer (fer oligiste, pyrite, fer hydroxydé). Les paillettes d'or, à raison de leur grande densité, ont été rarement entraînées fort loin : elles se sont déposées surtout dans la partie la plus rapprochée des montagnes, c'est-à-dire vers le haut des vallées; charriées par l'eau, en même temps que les débris quarzeux, elles ont dû se précipiter les premières, en sorte qu'on les trouve concentrées principalement à la base des alluvions. Il suffit de laver ces sables aurifères, pour en séparer l'or qu'ils contiennent : de là le nom de *lavages d'or*, par lequel on désigne ordinairement ce troisième genre de gisements, le plus productif de tous, car il fournit plus des quatre-vingt-dix centièmes de l'or versé annuellement dans le commerce.

La plus grande partie de l'or de lavage est en grains fins, ou en petites paillettes, formant après le triage ce que l'on appelle communément la *poudre d'or*. Mais quelquefois il se trouve, au milieu de l'alluvion, des masses d'or d'un certain volume : ce sont les pépites dont nous avons déjà parlé, dont la rencontre est toujours accidentelle, et qui, lorsqu'elles sont volumineuses, peuvent faire tout-à-fait la fortune de ceux qui les trouvent. Quelques-unes, parmi les plus grosses, sont encore adhérentes au quarz qui leur servait de gangue; circonstance qui démontre l'identité d'origine entre l'or de filon et celui d'alluvion.

D'après ce qui précède, on voit que toutes les mines d'or exploitées de nos jours peuvent se partager en deux classes, en mines souterraines proprement dites, établies sur des couches ou des filons du sol ancien ou primordial, et en simples lavages de sables aurifères, qui sont des dépôts beaucoup plus modernes et toujours superficiels; et nous avons dit que c'est surtout dans la seconde classe de dépôts que l'or est le plus abondant.

C'est au Brésil que l'on trouve l'or en place et disséminé dans des couches solides, où il est répandu en assez grande quantité. Ces couches sont composées de quarz et de fer oligiste métalloïde, en petites lames ou en feuillets semblables à ceux du mica, et composant des quarzites schisteux ferrifères ou manganésifères (itabirites, iacotingas), et quelquefois des schistes presque uniquement composés de feuillets ou lamelles d'oligiste (fer micacé ou schistoïde; eisenglimmerschiefer). Elles paraissent se lier par leur partie inférieure aux roches métamorphiques ordinaires, à des schistes argileux ou talqueux, à des quarzites entremêlés de

de mica ou de talc (itacolumites), et à de véritables mica- et supérieurement, elles sont recouvertes par une brèche ıcuse et en même temps aurifère. Ce terrain en couches vées est pénétré çà et là par des masses de roches éruptives, s que des granites à grains fins, des diorites et des serpen-, et par des filons de quarz. Toutes les roches schisteuses t métallifères : mais l'or est concentré surtout dans celles qui sont chargées de fer oligiste, ou de manganèse à l'état d'oxyde et de carbonate. C'est dans les itacolumites qu'on a trouvé pour la p ière fois des diamants en place, au Brésil. Ces roches au-es sont exploitées à Gongo-Socco, à Villarica, à Taquary. e voisinage de ces roches en place sont les dépôts de trans- de Matto-Grosso, et de Minas-Geraes, si riches en or, en pla- et en diamants, et que l'on attribue à la destruction de s souterraines, en couches ou en filons.

Les mines en filons sont plus communes que les mines en couches; mais bien peu sont en exploitation, parce que l'or y est trop peu abondant : il ne s'y montre jamais que comme une partie tout-à-fait accessoire des minerais pierreux ou métalliques qui les forment. Ces filons aurifères ne sont, à proprement parler, que des filons de quarz, pénétrés de quelques filets ou veinules d'or; des filons de pyrites ferrugineuses ou cuivreuses, ou de minerais d'argent, dans lesquels l'or est disséminé en parties invisibles. Nous citerons comme exemples de ce mode de gisement, le filon de quarz aurifère de la Gardette, près du bourg d'Oisans, dans le département de l'Isère. Ce filon, situé dans les Alpes du Dauphiné, traverse le terrain de gneiss. Pendant quelque temps, il avait donné de belles espérances aux mineurs : mais il s'est appauvri à une faible profondeur, et à cause de la difficulté de l'extraction, on a été forcé de l'abandonner. Nous citerons encore la mine du Rammelsberg, dans le Harz, qui est à proprement parler une mine de pyrite cuivreuse, contenant une très-petite quantité d'or (quelques millionièmes seulement du poids total); les mines de Bérésof, dans les monts Ourals, et de Macugnaga dans le Piémont, composées essentiellement de pyrites ferrugineuses. L'or n'est pas visible dans les pyrites intactes : mais il peut le devenir par la décomposition du minerai qui l'enveloppe. C'est ce qui arrive dans la mine de Bérésof, où la pyrite passe souvent à l'état de fer hydraté brun, et laisse voir l'or natif en petits grains au milieu d'une pâte terne de couleur tombée.

De toutes les parties du Nouveau-Monde et même de l'univers entier, c'était le Brésil qui, antérieurement à 1830, et avant la découverte de trois grandes régions aurifères jusque-là inconnues, produisait annuellement le plus d'or, et presque tout cet or provenait de terrains d'alluvion. Après le Brésil, c'était la Nouvelle-Grenade (aujourd'hui République de Colombie) qui en fournissait le plus : venait ensuite le Mexique, puis le Chili, et enfin, en cinquième ligne, le Pérou, qui depuis longtemps ne donne que très-peu d'or, et dont la véritable richesse métallique est en argent. On a beaucoup exagéré l'importance de ce pays sous le rapport du métal qui nous occupe, ce qui vient sans doute de ce qu'à l'époque de la découverte du Pérou, on trouvait fréquemment, à la partie supérieure des filons ou à la surface du sol, des pépites d'or de la grosseur d'une amande; mais cet or superficiel ayant été recueilli avec soin, on n'en trouve plus aujourd'hui, et l'on ne peut plus extraire le métal que des mines, qui se sont considérablement appauvries. Avant 1830, le Pérou produisait à peine 1000 kilogrammes d'or annuellement : il cédait donc le pas au Chili, qui en produisait plus du double. Le Brésil fournissait à lui seul près du quart de la quantité totale d'or recueillie alors dans les deux Amériques, c'est-à-dire 5500 kilog. représentant une valeur de 18 millions de francs. La Colombie fournissait 4500 kilog. d'or, valant à peu près 14 millions de francs, dont les deux tiers provenaient de filons. C'est dans les provinces du Choco, d'Antioquia et de Popayan, principalement dans les vallées du Rio-Cauca, et de Osos, que sont situées les principales exploitations. Le Mexique possède des filons et lavages d'or dont le produit annuel est de 4000 kilog. L'or dans ce pays est en grande partie renfermé dans les filons argentifères, dont nous avons fait connaître la position, en traitant de l'argent natif.

Depuis 1830, l'extraction de l'or a suivi une progression rapide par la découverte successive de trois nouvelles régions aurifères, qui subitement ont donné des produits tout-à-fait inattendus. Ces nouvelles régions, très-distantes les unes des autres, et réparties entre trois des cinq parties du monde, sont : la Sibérie, la Californie, et l'Australie. C'est par la Sibérie, et vers 1830, que cette révolution dans la production de l'or a commencé. Des sables aurifères d'une grande richesse ont été découverts sur les pentes des monts Ourals, notamment sur le versant asiatique, et aussi dans les vallées qui descendent des monts Altaï ; et, tan-

dis que la production des anciens pays aurifères est restée à peu près la même de 1830 à 1848, celle de la Sibérie a toujours été en augmentant, et d'une manière si rapide, qu'elle s'est élevée jusqu'à 28000 kilog. (ou 90 millions de fr.), c'est-à-dire à un chiffre cinq fois plus considérable que celui du Brésil, et comparable au chiffre que donnait le monde entier au commencement du siècle, et qu'on a évalué à 20000 kilog. d'or (un peu plus d'un mètre cube).

Ensuite est venue, en 1848, la découverte des gîtes aurifères de la Californie, situés dans les grandes vallées du Sacramento et du San-Joaquim, comprises entre la chaîne des montagnes Neigeuses (la Sierra Nevada) et les monts qui bordent la côte, vers la baie de San-Francisco. Plusieurs des petites vallées qui aboutissent à ces deux bassins principaux, sont très-aurifères : *placers* ou exploitations les plus riches sont ceux de la Rivière ricaine, et des vallées de l'Ours et de la Mariposa. La rich inouïe de ces nouveaux gîtes n'a point tardé à surpasser les merveilles de la région sibérienne : on estime que, dans la seule campagne de 1851, l'extraction de l'or en Californie a atteint 100,000 kilog. (ou 320 millions de francs). C'est le trentième de ce que l'Amérique entière a fourni en trois siècles et demi, depuis sa découverte, et plus que le triple de ce que donne présentement la Sibérie. On a calculé que, dans l'espace de quatre années seulement, cette nouvelle région aurifère a fourni de l'or pour 274 millions de dollars (1 milliard 424 millions de fr.).

Plus récemment, vers la fin de 1851, on a découvert et commencé à exploiter d'autres gisements d'or d'une grande richesse, en Australie, dans la partie orientale et méridionale de la Nouvelle-Hollande, connue sous le nom de Nouvelle-Galles du Sud, au milieu des grandes vallées qui descendent des Montagnes Bleues, entre Sydney et Port Philipp. On prétend même que les gîtes s'étendent au-delà du détroit de Bass, sur la terre de Diemen. S'il n'y a pas d'exagération dans les rapports qu'on a faits en Europe sur la richesse de ces nouveaux gîtes, ils s'annonceraient comme devant être plus productifs encore que ceux de la Californie : les produits qu'ils ont donnés en une seule année, ont été évalués à près de 400 millions. Mais il n'est pas démontré que l'Amérique, dont les mines d'or avaient perdu beaucoup de leur importance relative en 1830, pour reprendre peu après une grande prépondérance en 1848, ait cessé d'être en ce moment le pays de l'or par excellence, la véritable patrie des métaux

précieux. Seulement, le maximum de la production s'est dépla dans ce vaste pays, il est aujourd'hui dans l'Amérique du Nor et le Brésil, qui, il y a vingt ans, était en première ligne, n'oc plus maintenant que le quatrième rang parmi toutes les r aurifères.

On estime que le produit total annuel des mines d'or d deux Amériques est de 18,000 kilogr. ayant une valeur de pl de 58 millions de francs. Le Nouveau-Monde livre au commer dix fois plus d'or que l'Europe entière, et neuf fois plus d'argen il est donc bien, comme nous le disions tout-à-l'heure, la pat des métaux précieux : mais le prestige de l'or et de l'argent d paraît, et la prépondérance de l'Europe dans l'industrie minér se manifeste ouvertement, lorsque l'on compare ce produi ceux que donnent, chez nous, les minerais de fer et les coml tibles fossiles. Le fer, à lui seul, donne un produit annuel près de 500 millions.

L'Afrique possède aussi des mines et des lavages d'or imp tants, mais on a peu de données précises sur ses richesses en genre. On sait que l'Afrique était, avec l'Espagne, la contrée fournissait aux anciens la plus grande partie de l'or qu'ils sédaient. Celui que l'Afrique répand encore avec abondance presque toujours en poudre, ce qui prouve que ce métal y recueilli surtout dans les terrains d'alluvion. On sait que poudre d'or forme une branche importante de commerce p les nègres ; ils savent aussi le fondre et le travailler sous la for de plaques, d'anneaux ou de cylindres à jour, et ces objets s vent de monnaie courante entre les diverses peuplades. On é lue à plus de 12 millions le produit total des sables aurifères cette partie du monde.

Trois ou quatre points de ce vaste continent sont surt remarquables par la quantité d'or qu'ils produisent, ce so 1° les mines du Kordofan, entre le Darfour et l'Abyssin 2° celles du grand désert de Sahara, dans la partie occide de l'Afrique, au pied des montagnes élevées, où le Séne Gambie et le Niger prennent leur source ; 3° celles du pays Bambouk, dans la Nigritie, et des côtes de la Guinée et Congo ; 4° enfin, celles des côtes méridionales et orientales, v à-vis de Madagascar, dans la contrée de Sofala, que quelq savants pensent être le pays d'Ophir, où les flottes de Salom allaient chercher de l'or.

En Europe, il y a fort peu de mines d'or en exploitation. I

plus importantes sont celles de Hongrie et de Transylvanie, dont le produit est de 700 kilogrammes d'or par an. L'or s'y montre comme partie accidentelle des mines d'argent, et il est rare qu'il y soit en cristaux et en lamelles visibles. Les principales mines sont, en Hongrie : celles de Kœnigsberg, de Schemnitz, de Felsöbanya et de Telkobanya ; en Transylvanie, celles de Kapnik, Vöröspatak, d'Offenbanya, de Zalathna et de Nagyag. Dans ces dernières, l'or est associé au tellure, et forme des filons qui traversent des roches syénitiques dans le voisinage du terrain de trachyte. On exploite encore des mines d'or en Autriche, dans le pays de Salzbourg, au milieu des montagnes qui traversent ce s de l'est à l'ouest, et qui le séparent du Tyrol et de la athie. Il existe aussi de l'or, mais en petite quantité, dans les s d'argent de Freyberg en Saxe. Nous avons déjà cité le filon quarz aurifère de la Gardette, dans les Alpes françaises, et les ôts de pyrite ferrugineuse, que l'on exploite en plusieurs endroits, où elles forment des amas ou des filons dans les roches ennes, et qui contiennent de l'or en quantité suffisante pour pouvoir être exploitées avec avantage.

L'or d'alluvion, c'est-à-dire celui qu'on trouve disséminé dans les terrains de transport anciens, est répandu partout à la surface de la terre ; mais comme il y est très-éparpillé, et presque toujours en grains excessivement petits, il est généralement peu abondant, à l'exception de quelques régions privilégiées, comme les trois dont nous avons parlé, et qui présentent l'or dans un plus grand état de concentration ou en grains beaucoup plus gros. L'or doit donc exister aussi dans le sol d'alluvion de l'Europe : on exploite en effet des sables aurifères, non-seulement en Russie, sur le versant occidental de l'Oural, mais encore en Hongrie, en Espagne, etc. On sait qu'on trouve de l'or en France dans le sable de plusieurs rivières, dont les eaux passent pour avoir la propriété de charrier des paillettes d'or : telles sont entr'autres le Rhin, entre Bâle et Strasbourg, l'Ariège, la Garonne près de Toulouse, l'Hérault près de Montpellier, le Gardon dans les Cévennes.

Le Rhin tient un des premiers rangs parmi les rivières aurifères de l'Europe : entre Bâle et Manheim, on extrait annuellement en moyenne pour 4,500 fr. d'or.

Cet or est en très-petites paillettes, que l'on recueille par le lavage du gravier. Cette opération se fait sur une table inclinée, recouverte d'un drap de laine à longs poils : les paillettes d'or

restent fixées dans la laine. On donne le nom d'*orpailleurs* aux hommes qui sont chargés de ce lavage (1). Tout le lit du Rhin est aurifère : l'or a été exploité anciennement dans quelques parties du cours supérieur du Rhin, au-dessus du lac de Constance, notamment aux environs de Coire : mais c'est surtout depuis Bâle jusqu'à Mannheim, que le Rhin est régulièrement aurifère. L'or que l'eau charrie en même temps que les cailloux au milieu desquels il est disséminé, va se concentrer dans certaines positions, que les orpailleurs s'étudient à bien reconnaître ; cependant la teneur du gravier du Rhin est toujours assez faible : sa richesse maxima reste au-dessous de 7 dix-millionièmes. C'est des Alpes que cet or a été charrié primitivement, non par les cours d'eaux existants, mais par d'énormes courants, qui ont préexisté à l'état de choses actuel ; aussi, ne se trouve-t-il pas seulement dans le lit du fleuve, mais dans tout le sol ancien d'alluvion que ses eaux traversent et dont elles ne f que séparer l'or par une sorte de lavage naturel. Quoique la teneur du gravier du Rhin soit très-faible, la quantité totale d'or enfouie dans son lit, ne laisse pas d'être considérable: M. Daubrée a calculé que la quantité comprise entre Rhi et Philippsbourg peut être évaluée à 36,000 kilogrammes, représentent une valeur de 115 millions de francs (2).

(1) C'est aussi par un procédé analogue que les Brésiliens recueillent les très-petites parcelles d'or qui, à raison de leur grande ténuité, peuvent être entraînées par l'eau. A cet effet, ils disposent, dans la partie inférieure du lavoir, des peaux de bœuf, dont le poil est tourné à l'encontre du courant. Ces peaux, lavées de temps en temps, rendent toujours une certaine quantité de paillettes microscopiques. Cette pratique, en usage de nos jours en Europe, comme en Amérique, paraît être fort ancienne. On sait que les Grecs et les Romains tiraient une grande partie de leur or des rivières aurifères de la Colchide, de la Lydie, de la Macédoine et de la Thrace : le Phase et le Pactole jouissaient à cet égard d'une grande célébrité ; quelques-unes roulaient des paillettes d'or en si grande abondance, que les habitants du pays se bornaient, pour les recueillir, à plonger dans les eaux du fleuve des peaux de brebis recouvertes de leur laine ; et au bout d'un certain temps, ils les retiraient toutes chargées d'une multitude de petites paillettes d'or. La fable de la Toison-d'Or n'est peut-être qu'une allégorie qui a trait à la conquête d'un pays où de riches mines de ce métal précieux étaient exploitées de cette manière. L'or que possédait Crésus, ce roi de Lydie si fameux par son opulence, était de l'or d'alluvion, et ses trésors n'étaient composés que de très-petites paillettes d'or, amoncelées dans ses palais, comme l'indique un passage d'Hérodote. Ce prince, dit l'historien grec, faisant voir un jour à Alcméon ses immenses richesses, et lui ayant permis de prendre tout l'or qu'il pourrait emporter avec lui, celui-ci se jeta sur un monceau de paillettes d'or, et en remplit ses bottines, ses vêtements, ses mains et sa bouche.

(2) Mémoire sur la distribution de l'or dans la plaine du Rhin, par M. Daubrée, ingénieur des mines, professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg (*Annales des Mines*, tom. X ; 1846).

Au commencement du siècle, les quantités d'or et d'argent qui étaient versées annuellement dans le commerce, étaient à peu près entre elles dans le rapport de 1 à 45; et cependant on a supposé que les valeurs commerciales des deux métaux étaient seulement entre elles comme 1 : 15,5. Cette différence vient de ce que l'or étant beaucoup moins employé que l'argent, les demandes qu'en faisait le commerce étaient moins nombreuses, et son prix réel est resté au-dessus de celui qu'il aurait dû avoir s'il eût suivi le rapport des quantités. Notre système monétaire est encore basé sur l'hypothèse que l'or a une valeur commerciale 15 fois et demie aussi grande que celle de l'argent : d'après le dernier tarif de 1854, le kilogramme d'or pur vaut 3,444 fr., et celui d'argent pur 222 fr.; mais cette hypothèse est inexacte aujourd'hui. Déjà, vers 1846, avant la découverte des gîtes californiens et australiens, le rapport entre la production de l'or et celle de l'argent se trouvait sensiblement modifié; cette découverte a altéré le rapport d'une manière plus profonde encore, la production du premier métal ayant augmenté dans une proportion considérable. Depuis 1848, l'or tend à baisser de valeur, tant à cause de l'abondance des nouveaux gîtes, que de la facilité plus grande de leur exploitation.

Le traitement métallurgique des minerais d'or, dans lesquels le métal est disséminé en parties visibles ou invisibles, consiste dans l'amalgamation avec le mercure, après avoir fait subir aux minerais quelques préparations mécaniques. On enlève ensuite le mercure par la distillation, et l'on obtient l'or à l'état de pureté, ou bien allié avec quelques autres métaux, dont on le sépare par l'acide azotique, qui dissout tous les métaux étrangers. Quant à l'or contenu dans les minerais d'argent, on l'obtient combiné avec l'argent qu'on en extrait par la coupellation, et l'on opère ensuite le départ des deux métaux, en traitant par l'acide azotique, qui enlève l'argent et met l'or en liberté. Le sel d'argent, ainsi formé, est fondu ensuite pour avoir le métal. Quant à l'or d'alluvion, on n'a besoin que de le fondre pour le mettre en lingots.

L'or est fort recherché à cause de son éclat et de son inaltérabilité; mais son prix élevé nous ayant obligés à l'économiser, on a cherché les moyens de l'appliquer en couches extrêmement minces sur presque tous les corps, ce qui constitue l'art de la dorure. L'or s'applique sur le bois et sur tous les corps qui ne peuvent éprouver l'action du feu, au moyen d'un mordant, qui

est un vernis ou un mucilage. On emploie dans ce cas de l'or réduit par le battage en feuilles extrêmement minces. Cet or battu se débite par livrets, qui en contiennent une feuille à chaque page. La dorure sur porcelaine, faïence, émail, et autres corps semblables pouvant aller au feu, se fait avec de l'or réduit en poudre extrêmement fine, que l'on applique au pinceau, et l'on ajoute ensuite un fondant.

Quant à la dorure sur métaux, et particulièrement sur l'argent et sur le cuivre, le procédé qu'on a pratiqué exclusivement jusqu'à ces dernières années, reposait sur la propriété dont jouit le mercure de s'amalgamer avec l'or, et de se volatiliser au feu, en abandonnant le métal, qui adhère fortement à celui sur lequel on a étendu l'amalgame. C'est ainsi que l'on peut dorer à chaud l'argent, qui, dans cet état, prend le nom de *vermeil*, le cuivre, le bronze et le fer. Lorsque les pièces sortent du feu, elles sont recouvertes d'une couche d'or terne, qui porte le nom d'*or moulu*. On polit sa surface avec un brunissoir, ou bien on la conserve à l'état mat dans certaines parties de l'ouvrage, ce qui produit un contraste dont l'effet est très-avantageux. Mais ce procédé de dorure des métaux par le mercure ayant de graves inconvénients pour la santé des ouvriers, on l'a remplacé dans ces derniers temps par un autre procédé, qui est celui de la dorure par la pile ou dorure galvanique, lequel a donné naissance à un art nouveau, la *Galvanoplastie*.

APPENDICE.

1. *Or argentifère.* — Electrum; or argental. L'or est souvent allié à l'argent dans des proportions extrêmement variables; et lorsque la quantité d'argent est assez considérable, le minerai perd sa belle couleur jaune, pour prendre une teinte beaucoup plus pâle, et tirant sur le blanchâtre; de plus sa densité diminue et peut s'abaisser jusqu'à 14 ou 15. Cette combinaison était connue des anciens, qui la désignaient par les noms d'*Electrum*, ou d'*or blanc*. Quelques minéralogistes ont voulu faire de ces alliages d'or, plusieurs espèces particulières, d'après les nombres différents d'atomes des deux métaux, accusés par les analyses: mais les proportions de ces alliages varient tellement, qu'il est impossible d'y voir autre chose qu'un mélange indéfini de deux métaux, de cristallisation semblable. Dans ces mélanges, c'est l'or qui l'emporte toujours par sa proportion atomique, et par

conséquent, c'est à l'espèce de l'or qu'on doit les rapporter, comme simples variétés. Celles dans lesquelles l'argent est en quantité plus forte, et qui sont de couleur plus pâle, viennent de Schlangenberg en Sibérie, et de Vöröspatak en Transylva- : leur composition peut être représentée par la formule Ar³, . La variété de Sibérie, analysée par Klaproth, a fourni proportions suivantes : Or 64, et argent 36. De nombreuses tés d'or argentifère, venant les unes de la Colombie, les es de l'Oural ou du Brésil, et étudiées avec soin par ngault, Rose et D'Arcet, ont présenté pour un atome , depuis 3 jusqu'à 18 atomes d'or. Cette dernière pro- n, trouvée par D'Arcet dans un or natif provenant du Bré-)ond à l'analyse suivante : 94,0 d'or; 5,85 d'argent; et 0,15 de platine.

2. *Or amalgamé*, ou *Hydrargyrifère*. — On trouve en Colom- , au milieu du platine granuliforme, de petits globules blancs, iles à écraser par la pression du doigt, et qui sont formés par combinaison de l'or et du mercure. D'après Schneider, ils nt composés, sur 100 parties, de 38,4 d'or, 5 d'argent, et 57,4 de mercure. Il paraît que des amalgames d'or se rencontrent aussi en plusieurs points de la Californie. Une variété, trouvée dans la vallée de Mariposa, et ayant une densité de 15,47, contient, d'après l'analyse de Sonnenschein, 39 pour cent d'or, et 61 de mercure : composition qui répond à la formule $Au\,Hg^3$.

3. *Or palladifère*. — Porpezite; Auropoudre. Nous avons déjà mentionné, à l'article Palladium, page 272, cette variété d'or, qui renferme une proportion notable de palladium, avec une certaine quantité d'argent.

4. *Or rhodifère*. — Voyez plus haut Rhodium aurifère.

15e Espèce. Platine.

Métal d'un gris d'acier, tirant sur le blanc d'argent, et qui doit son nom à cette ressemblance avec un des métaux les plus connus; ce nom est un diminutif du mot Plata, qui désigne l'argent en langue espagnole. Les premières découvertes de ce métal ont eu lieu en 1735, dans les provinces de Choco et de Barbacoas, en Colombie. Il a été apporté en Europe, pour la première fois, en 1741, par don Antonio de Ulloa. Il se présente toujours, comme l'or d'alluvion, sous la forme de pépites ou de grains arrondis et comme roulés, plus ou moins volumineux,

mais en général fort petits, à surface rugueuse et même caverneuse, et dans les cavités desquels on aperçoit quelquefois des traces de cristallisation régulière : ce sont des indices de petits cubes, ou, plus rarement, d'octaèdres réguliers.

Le platine est malléable, mais très-peu dilatable. Il est infusible au feu le plus violent de nos fourneaux, et au chalumeau ordinaire ; mais il fond au chalumeau à gaz oxygène et hydrogène, ou entre les charbons qui terminent les conducteurs d'une forte pile. Il jouit, comme le fer, de la propriété de se laisser forger et souder à lui-même à la chaleur blanche. Il est inaltérable à l'air, inattaquable par les acides ordinaires, et ne se laissant dissoudre, comme l'or, que par l'eau régale ; sa dissolution par ce liquide est d'un brun-rougeâtre. Il est attaqué à la chaleur rouge par les alcalis solides ; il l'est aussi, mais difficilement, par les métalloïdes, tels que le soufre, le phosphore et l'arsenic ; un peu plus facilement par le silicium, lorsqu'on le chauffe avec un mélange de silice et de charbon.

Le platine a été regardé jusqu'à présent comme le plus lourd de tous les métaux, et par conséquent de tous les corps connus : il paraîtrait cependant que l'iridium natif, un des métaux qui accompagnent ordinairement le platine dans ses gisements, aurait une densité plus considérable de 22,8 selon M. G. Rose, et même de 23,5 selon M. Breithaupt ; tandis que celle du platine varierait de 16 à 21. Le platine natif étant ordinairement en masses poreuses et comme cariées, et de plus fréquemment mélangé de fer, sa densité doit varier beaucoup, selon les différences de la structure ou de la composition : la densité du platine natif est, en moyenne, de 17,5 ; celle du platine fondu, de 19,7 ; et enfin, celle du platine purifié et écroui, de 21,5. La dureté du platine est de 4...5, à peu près égale à celle du fer. Il se lamine et se laisse passer à la filière avec facilité, ce qui permet de le réduire en feuilles très-minces, et de le tirer en fils très-déliés. Sa ténacité est considérable et ne le cède guère à celle du fer. Il reçoit un beau poli, et conserve son brillant pendant très-longtemps. Il peut s'allier avec presque tous les métaux.

Le platine natif n'étant jamais parfaitement pur, mais ordinairement mélangé avec différents métaux isomorphes, on peut, sous le rapport de la composition, distinguer plusieurs variétés dans l'espèce :

1. Le *platine ferrifère,* de couleur foncée, et d'une densité au plus égale à 17. Il contient jusqu'à 12 et 13 pour cent de

fer, et il est souvent magnétique; à Nischne-Tagilsk, dans les monts Ourals.

2. Le *platine polyxène*, de Hausmann; ainsi nommé, parce qu'il donne en quelque sorte dans sa masse l'hospitalité à un grand nombre de métaux rares, tels que le palladium, l'osmium, l'iridium, le rhodium et le ruthenium. La découverte de la plupart de ces métaux a été la conséquence de celle du platine lui-même. Nous avons déjà eu l'occasion de parler des quatre premiers, et nous reviendrons bientôt sur l'iridium, pour le considérer à part. Le ruthenium, découvert par Claus en 1843, dans le platine de l'Oural, est un métal gris, analogue à l'iridium; mais sa densité est beaucoup plus faible, 9 environ; et il s'oxyde facilement lorsqu'on le chauffe au contact de l'air. Il se trouve en très-petite quantité dans certains grains de platine, dont la dissolution laisse un résidu, qui en contient de 1 à 1 1/2 pour cent. L'osmium iridifère en renferme quelquefois de 3 à 6 pour cent. — Le platine polyxène est très-commun dans les monts Ourals et dans la Colombie. Outre les métaux que nous avons cités, on y trouve aussi du fer et des traces de cuivre et de manganèse.

3. Le *platine aurifère*. C'est le platine natif presque pur, allié seulement à une très-petite quantité d'or, ce qui fait qu'il est soluble dans l'eau régale sans laisser de résidu. Sa densité varie de 18 à 20. Il n'est pas magnétique. Wollaston l'a découvert dans les sables aurifères et platinifères du Brésil.

4. Le *platine iridifère* (voyez plus loin *Iridium platinifère*).

Gisements, préparation et usages du platine. — Pendant longtemps le platine n'a été trouvé qu'en grains ou en pépites disséminés dans les terrains de transport anciens, et dans les mêmes sables, quarzeux et ferrugineux, que ceux qui renferment l'or et le diamant : seulement il y est beaucoup plus rare que l'or. C'est ainsi qu'on l'a rencontré d'abord avec l'or en grains, dans la Nouvelle-Grenade en Colombie, dans les provinces de Choco, d'Antioquia et de Barbacoas. On l'a retrouvé ensuite au Brésil, dans les provinces de Minas-Geraes et de Matto-Grosso, avec l'or et le diamant; puis à Haïti (Saint-Domingue), dans le lit de la rivière Jocky; à l'île de Bornéo, dans les monts Ratoos; et dans la province d'Ava (empire des Birmans), au milieu des sables de l'Irawaddi.

Enfin, vers 1825, on l'a découvert sur les pentes orientales des monts Ourals, à Kuschwinsk, Newjansk, Bogoslowsk, Miask,

et depuis, sur le versant occidental, à Nischne-Tagilsk, où est actuellement le grand centre d'exploitation du platine en Europe. Ce métal y est en si grande abondance, qu'on en a fait une monnaie ayant un cours légal en Russie. Les grains ordinaires du platine de l'Oural varient depuis la grosseur de la poudre de chasse jusqu'à celle de la graine de chanvre. Cependant on trouve quelquefois des pépites ayant la grosseur d'un œuf de pigeon; et plus rarement encore, on en trouve quelques-unes d'un volume plus remarquable. Une des plus grosses, provenant de l'exploitation de Nischne-Tagilsk, pesait 9 kilogrammes et demi. Les grains de platine sont le plus souvent isolés, mais quelquefois on les trouve engagés dans des fragments de serpentine; ils sont ordinairement accompagnés de grains d'iridosmine, de fer chromé, de fer magnétique, de fer titané, de zircon, de corindon et de spinelle. Enfin, comme nous l'avo déjà dit, ils sont presque toujours intimement alliés à l'or ou au fer, et à ces métaux rares qui sont comme les congénères du platine et forment son cortège habituel, le palladium, l'osmium, le rhodium, l'iridium et le ruthenium.

On a aussi trouvé, mais en petite quantité, du platine dans l'Amérique septentrionale, en Californie, au Canada, et dans la Caroline du Nord. Il existe, selon Döbereiner, dans le sable aurifère du Rhin; et selon MM. Gueymard et Berthier, on en trouve des traces dans les minerais de plusieurs filons des Alpes françaises, notamment dans la bournonite, les cuivres gris, le fer oligiste métalloïde, et le fer hydraté brun.

L'origine du platine, qui se rencontre avec l'or et les diamants dans les terrains de transport anciens, a été longtemps fort problématique, et l'on n'avait pas encore de notions bien arrêtées sur le gisement primitif de ce métal, lorsque M. Boussingault annonça l'avoir trouvé en place avec l'or natif dans des filons de quarz hyalin et de limonite, traversant une roche de syénite ou de diorite. C'est dans les filons aurifères de Santa-Rosa de Osos, province d'Antioquia en Colombie, qu'il a fait cette découverte intéressante : la gangue des filons se compose principalement de fer hydraté, qu'il suffit de broyer, pour en obtenir ensuite, par le lavage, l'or et le platine qu'il contient. Les grains d'or et de platine, retirés de la poudre, étaient semblables, pour la forme et pour l'aspect, à ceux que l'on recueille dans les sables du Choco. On a cité aussi des grains de platine disséminés dans ces roches quarzo-micacées, nommées *itacolu-*

mites au Brésil, et au milieu desquelles on a pareillement trouvé l'or et le diamant ; ce qui explique la présence simultanée de ces trois substances précieuses dans les matières arénacées qui proviennent de la destruction de ces roches. En Sibérie, MM. G. Rose et Leplay ont vu que les sables aurifères et platinifères se trouvaient toujours dans les vallées ouvertes au milieu des roches serpentineuses, que quelquefois le platine adhérait encore à des fragments de serpentine, et que la richesse des sables était d'autant plus grande, qu'ils étaient moins éloignés des roches de cette nature, encore en place. Il paraît donc très-probable que le platine tire son origine des serpentines et diorites, et qu'il est ainsi le résultat de phénomènes éruptifs particuliers.

Les sables platinifères sont débarrassés, par le lavage, des corps les plus légers : on traite ensuite le résidu métallique de cette première opération par le mercure, pour en extraire l'or par l'amalgamation. Ce qui reste alors, est ce que l'on nomme dans le commerce la *mine de platine,* dans laquelle ce métal se trouve encore associé par mélange intime, ou par une simple aggrégation mécanique, avec les substances que nous avons déjà nommées, le palladium, le rhodium, l'iridium, etc. Cette mine de platine est alors traitée par la voie humide : on l'attaque d'abord par l'acide azotique pour enlever le palladium, s'il y en a ; puis, par l'eau régale, qui dissout le platine à l'état de chlorure. La solution obtenue est traitée ensuite par le chlorhydrate d'ammoniaque (ou chlorure ammonique), qui donne un précipité jaune de chlorure d'ammoniaque et de platine. Ce précipité, calciné au rouge, donne une masse grise et spongieuse de platine, qu'on appelle *éponge* ou *mousse de platine*. Le platine peut aussi être obtenu, par voie humide, sous la forme de précipité chimique très-divisé, qu'on nomme *noir de platine*. Le platine, quand il est ainsi à un grand état de division, jouit de propriétés chimiques très-remarquables : il condense les gaz en très-grandes quantités ; par ce genre d'action qu'on a appelé *catalytique*, il s'échauffe au contact d'un mélange de gaz capables de s'unir entre eux, et détermine leur combinaison. La mousse de platine peut se ramollir à une certaine température et se laisser forger comme le fer; en rapprochant ses parties par le martelage, on la transforme en platine malléable.

La propriété dont jouit le platine de résister au feu le plus violent, d'être inattaquable par la plupart des acides, et par

l'air à toute température, le rend extrêmement précieux dans les arts. On l'emploie pour faire des creusets, des capsules, des pinces et des cuillers à l'usage des chimistes et des minéralogistes ; on s'en est servi dans la construction des miroirs de télescope ; et c'est en platine qu'on exécute les pointes de paratonnerre, les étalons de mesure, etc. On l'applique sur la porcelaine, en manière de couverte, ce qui donne à cette poterie l'apparence de l'argenterie. Enfin, on en a fait en Russie des pièces de monnaie et des médailles. Le platine serait au nombre des métaux usuels, s'il était plus commun et moins difficile à purifier et à mettre en œuvre. Il est moins cher que l'argent, quand il est brut ; mais lorsqu'il est pur et qu'il a été travaillé, il vaut quatre fois plus. Son prix a beaucoup baissé depuis vingt-cinq ans, et baissera encore à mesure que l'art de le préparer recevra de nouveaux perfectionnements.

16e Espèce. Iridium (Platinifère).

L'iridium est un métal qui a été découvert en 1803 par Smithson-Tennant dans la mine de platine, où il se rencontre de deux manières : sous la forme d'osmium iridifère ou d'*iridosmine* (voyez plus haut p. 224), et sous la forme d'*iridium platinifère*, en grains d'un blanc d'argent, jaunâtres à leur surface, et de teinte grise à l'intérieur, d'une densité qui varie entre 22 et 23,5. Ce métal a reçu le nom qu'il porte, parce que ses dissolutions présentent toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. A l'état brut, et quand il est uni au platine, il est attaqué par l'eau régale : il est insoluble dans cette liqueur quand il a été purifié par les opérations chimiques. Il ressemble beaucoup au platine, mais il en diffère en ce qu'il est plus difficile à fondre et à souder, et on n'a pas encore réussi à l'obtenir à l'état malléable. Celui qu'on obtient en masse compacte, après l'avoir comprimé à l'aide d'une presse, est encore très-poreux, ce qui est cause que la densité de l'iridium pur est au plus de 16 à 17. Calciné avec de la potasse ou du nitre, il s'oxyde, et il se forme de l'iridiate de potasse.

L'iridium platinifère s'offre quelquefois en petits cristaux cubiques, ou cubo-octaèdres, avec des traces de clivages parallèles aux faces du cube ; mais le plus souvent il est en grains arrondis, très-pesants, d'une dureté assez considérable (6 à 7). Une variété, analysée par Svanberg, a donné sur 100 parties : iridium 76,85 ; platine 19,64 ; cuivre 1,78 ; et palladium 0,89.

On le trouve avec le platine, à Nischne-Tagilsk, et Newjansk, dans les monts Ourals; et au pays d'Ava, dans les Indes orientales.

B. MÉTAUX COMBINÉS ou ALLIAGES DÉFINIS.

IIe Ordre. Groupe des ARSÉNIURES, ANTIMONIURES et TELLURURES.

Ce groupe se compose d'espèces appartenant à trois genres chimiques différents, mais ayant respectivement entre elles les plus grands rapports, à cause de l'isomorphisme de leurs principes électro-négatifs. Nous avons donné, page 28, les raisons qui justifient cette fusion de plusieurs ordres en un seul. Les espèces qui viennent se réunir dans cet ordre complexe, sont en général des combinaisons rares, dont plusieurs seraient fort utiles, si elles étaient plus abondantes dans la nature, car elles ont ordinairement pour bases, des métaux précieux (l'or et l'argent). On rencontre aussi parmi elles deux des principaux minerais de nickel et de cobalt.

Toutes les espèces de cet ordre offrent naturellement l'éclat métallique, et donnent par le grillage dans un tube ouvert, des vapeurs ou fumées épaisses qui vont former un dépôt blanc dans le haut du tube. Les arséniures développent en même temps une forte odeur d'ail, et le dépôt blanc qu'ils forment, peut se volatiliser sans se fondre. Celui des antimoniures, chauffé de nouveau, se condense promptement sous forme pulvérulente et peut être chassé successivement d'un point du tube à l'autre. Celui des tellurures, dans le même cas, se fond en gouttelettes limpides. Toutes les espèces du groupe, chauffées sur un charbon avec le chalumeau, sont réductibles en un globule métallique.

Ire Tribu. Rhomboédriques.

1re Espèce. Nickéline rouge.

Syn. : *Kupfernickel*, Werner; *Roth-Arseniknickel*; *Nickel arsenical*, Haüy; *Arséniure simple de nickel*, des chimistes.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Ni As. En poids : nickel, 44,02; arsenic, 55,98.

Système cristallin : le dirhomboédrique.

Forme fondamentale : dirhomboèdre de 86°50' à la base; 139°48' aux arêtes culminantes.

Caractères distinctifs.

GÉOMÉTRIQUES. — Cristaux en prismes hexaèdres, très-rares, et de forme imparfaite, avec traces de clivages obliques à l'axe. Ces cristaux sont groupés en boules ou en dendrites. Le minéral se présente le plus souvent à l'état amorphe et de dissémination.

PHYSIQUES. — Densité, 7,5. — Dureté = 5,5 : cassure conchoïdale et inégale. — Fragile. Aspect : éclat métallique. — Couleur d'un jaune rougeâtre ou d'un rouge de cuivre clair. C'est à cette apparence cuivreuse que ce minerai doit le nom de kupfernickel que lui ont donné les Allemands. — Couleur de la poussière : le noir-brunâtre.

CHIMIQUES. — Au chalumeau, fusible sur le charbon en répandant des vapeurs arsenicales, en un globule métallique blanc et cassant. Le résidu du grillage donne au verre de borax une couleur jaune-rougeâtre à chaud ; mais le verre en se refroidissant devient presque incolore. — Soluble dans l'acide azotique, en donnant à la liqueur une teinte verte, qu'une addition d'ammoniaque rend bleu-violacée. La substance est composée essentiellement de nickel et d'arsenic : mais le premier élément peut être remplacé en partie par du cobalt, et le second par l'antimoine, quelquefois même par un peu de soufre.

Analyse de la nickéline d'Allemont, en Dauphiné, par Berthier :

Arsenic	48,80
Antimoine	8,00
Nickel	39,94
Cobalt	0,16
Soufre	2,00
Fer et manganèse	des traces.
	98,90

Gisements et usages. — La nickéline rouge ne se trouve guère qu'en petites masses compactes, fréquemment associée aux minerais de cobalt, dont elle est presque inséparable. C'est le principal des minerais qu'on emploie pour l'extraction du nickel. Il est

souvent accompagné d'arseniate de nickel, en enduit pulvérulent de couleur verte, provenant sans doute de sa décomposition. C'est une substance qu'on rencontre accidentellement dans certains filons, à la mine d'Allemont, dans le département de l'Isère, en France, et aux environs de Barèges, dans les Pyrénées; à Andreasberg au Harz, avec la smaltine; en Saxe, à Freiberg, Schneeberg, Annaberg et Marienberg; à Saalfeld et Kamsdorf; à Riechelsdorf et Bieber, dans la Hesse-Cassel; à Wolfaeh et Wittichen, dans le pays de Bade.

Le nickel et l'arsenic forment encore une autre combinaison, un bi-arséniure capable de dimorphisme, et qui sera décrit plus loin sous les noms de nickéline blanche (ou Rammelsbergite) et de chloanthite. En s'unissant à l'antimoine, le nickel donne naissance à l'antimonickel ou la Breitthauptite, espèce isomorphe avec celle que nous décrivons en ce moment.

Le nickel métallique purifié est un métal blanc grisâtre, malléable, d'une densité de 8,8. Il est magnétique presque au même degré que le fer; et si, dans ses gisements terrestres, il accompagne habituellement le cobalt, autre métal que l'on regarde aussi comme doué de cette propriété remarquable, nous devons rappeler ici qu'il se trouve constamment associé au fer dans les météorites, ces masses métalliques ou en partie pierreuses qui tombent du ciel. Le nickel métallique est presque sans usages : cependant, comme il peut s'allier avec le zinc et une forte proportion de cuivre, sans perdre sa couleur blanche, on a imaginé de tirer parti de cette propriété pour faire des alliages destinés à remplacer l'argenterie. Ils sont connus sous les noms d'*argentan*, d'*argent allemand*, de *packfong* et de *maillechort*. On en fabrique divers objets d'ornement, des éperons, des garnitures pour les voitures et les harnais, etc. On a proposé de l'utiliser pour les ustensiles de cuisine, mais cet emploi est dangereux, car l'alliage s'oxyde facilement au contact des liqueurs acides, et donne naissance à des sels très-vénéneux.

2e Espèce. · **Breithauptite.**

Syn. : *Antimonickel*, Hausmann.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Ni Sb. En poids : Ni = 31,43; Sb = 68,57.

Forme fondamentale : dirhomboèdre de 89°30' à la base, et 138°46' aux arêtes culminantes.

Caractères distinctifs.

Ce minéral se présente, comme l'espèce précédente, en petites tables hexagonales, tronquées sur les arêtes des bases, avec des stries hexagonales sur ces dernières faces; et aussi en dendrites, et en petites masses disséminées. Sa densité est de 7,5; sa dureté = 5. Il est d'un rouge de cuivre clair, qui passe au bleu-violâtre; les bases de ses cristaux sont très-brillantes; sa poussière est d'un brun-rougeâtre. Il donne sur le charbon des vapeurs antimoniales, mais se laisse réduire difficilement en un bouton métallique. On le trouve dans des filons à Andreasberg, dans le Harz, où il est associé à la smaltine et à la galène. D'après les analyses de Stromeyer, il est composé essentiellement de nickel et d'antimoine dans le rapport indiqué ci-dessus : seulement une petite partie de nickel est souvent remplacée par du fer; et le minerai est mélangé de sulfure de plomb dont il peut contenir de six à douze parties sur 100.

IIe Tribu. Quadratiques.

3e Espèce. Elasmose.

Syn. : *Nagyagite,* Haidinger; *Nagyagerz,* Werner; *Blætter tellur ou tellure feuilleté; Tellure natif auro-plombifère,* Haüy; *Tellurure de plomb et d'or,* des chimistes, mêlé de sulfure.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Pb, Au, Te, S dans des rapports non déterminés, à cause de la variation des analyses. — Peut-être pourrait-on écrire ainsi la formule, avec M. Dana : $(Pb, Au)(Te, S)^2$.

Système cristallin : le quadratique.

Forme fondamentale : le prisme droit à base carrée, fig. 22, pl. 19, dans lequel $b:g = 4:11$.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme primitive ou de clivage : le prisme droit à base carrée, fig. 22. Le clivage est net et facile parallè-

lement à la base; les pans n'en offrent au contraire que de simples traces. La surface des prismes est fortement striée.

PHYSIQUES. — Densité, de 6,8 à 7,2. — Dureté, de 1 à 1,5. Très-tendre, et flexible en lames minces. Aspect : éclat métallique très-prononcé; couleur gris de plomb tirant sur le noirâtre. Texture lamelleuse.

CHIMIQUES. — Fusible sur le charbon, en colorant la flamme en bleu, et couvrant le charbon d'oxyde de plomb; réductible en globule gris, malléable, qui finit par laisser un petit bouton d'or. Donnant l'odeur d'acide sulfureux par le grillage dans le tube ouvert, et un sublimé blanc d'oxyde tellurique.

Attaquable par l'acide azotique, avec résidu blanc de sulfate de plomb, qui laisse un bouton d'or, quand on le traite au chalumeau sur le charbon; solution précipitant des lamelles de plomb sur un barreau de zinc. — Soluble dans l'eau régale, en abandonnant une certaine quantité de soufre, et déposant du chlorure de plomb.

Analyses de l'élasmose de Nagyag :

	Par Klaproth.	Par Brandes.	Par Berthier.
Tellure. . .	32,2. . . .	31,96. . .	13,0
Plomb.. . .	54,4. . . .	55,19. . .	63,1
Or.	9,0. . . .	8,44. . .	6,7
Argent. . .	0,5. . . .	trace. . .	»
Cuivre.. . .	1,3. . . .	1,14. . .	1,0
Soufre.. . .	3,0. . . .	3,07. . .	11,7
Antimoine..	» . . .	» . . .	4,5
	100,0	100,0	100,0

La variété antimonifère, analysée par M. Berthier, ne paraît point offrir d'autre différence physique, qu'une couleur plus foncée; elle est moins riche en tellure, et cet élément pourrait bien y être remplacé par le soufre, dont la proportion est beaucoup plus considérable, et peut-être aussi par l'antimoine. Rien ne prouve encore que cette variété doive constituer une espèce particulière, comme l'ont pensé quelques minéralogistes.

VARIÉTÉS.

1. Elasmose *cristallisée* : $p\, b^1\, a^2$ (fig. 23, pl. 19), en tables octogones biselées sur leurs bords. — Incidence de b^1 sur p = 109°59'; de b^1 sur b^1 = 140°2'; de a^2 sur p = 118°19'; de a^2 sur a^2 = 123°22'.

2. Elasmose *lamellaire*, en petites masses formées de lames éclatantes, planes ou courbes, entassées confusément les unes sur les autres.

Cette substance, extrêmement rare, n'a encore été trouvée qu'en Transylvanie, dans les mines de Nagyag et d'Offenbanya, et principalement à Nagyag, dans des filons qui traversent le porphyre, où elle est accompagnée d'autres minerais de tellure (sylvanite), et en outre de calcaire brunissant, de manganèse rose (carbonate, et silicate de manganèse), de sulfure de manganèse (alabandine), de bournonite, de blende, d'arsenic natif, de quarz hyalin, etc. On la cite aussi à Offenbanya, où elle est associée à la sylvanite, au quarz, à la stibine et à l'or natif.

4e Espèce. SYLVANITE.

Syn. : *Tellure-graphique*; *Schrifterz* et *Schrift-tellur*, des Allemands; *Tellure auro-argentifère*, de Haüy; *Tellurure d'or et d'argent*, des chimistes; *Sylvane* et *Mullérine*, de Beudant.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $(Au, Ag)\,Te^2$; ou, en poids : $Te = 55{,}8$; $Au = 28{,}6$; et $Ag = 15{,}6$.

Forme fondamentale : Prisme droit rhombique de 108°8' (fig. 24, pl. 20), dont les trois axes *a*, *b* et *c* sont entre eux :: 9 : 10 : 7.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Cristaux prismatiques aciculaires, très-courts, clivables parallèlement aux deux sections diagonales, avec beaucoup de netteté dans un sens, moins parfaitement dans l'autre. Ces cristaux se groupent dans un plan parallèlement entre eux, ou en se croisant sous des angles d'environ 120° et 60°; et, par la répétition de ces groupements, forment de petites masses cannelées, ou des séries de doubles cristaux rangés à la file, dans lesquelles on voit souvent une apparence de lettres persanes; de là le nom de *graphique* que l'on a donné à cette espèce. La cristallisation de la sylvanite donne encore lieu à quelques incertitudes. On n'est pas même tout-à-fait d'accord sur la nature de son système cristallin. Mohs le considère comme étant l'orthorhombique, et il a décrit d'après cette idée un cristal assez compliqué, composé d'un prisme droit de 94°20', du prisme rectangulaire donné par les clivages, d'un prisme hori-

zontal parallèle à la petite diagonale, et enfin de quatre octaèdres rhomboïdaux. Selon M. G. Rose et quelques autres minéralogistes, le cristal figuré par Mohs et décrit par lui comme ıple, serait un cristal hémitrope, composé d'éléments apparenant au système klinorhombique. La petitesse et l'état habituel d'aggrégation des cristaux de cette substance, en rendent la détermination difficile et incertaine. Phillips a indiqué comme forme primitive, un prisme rhombique d'environ 108°.

Physiques.— *Densité*, 5,7, selon Müller de Reichenstein; 8,28, selon M. Petz. — La première valeur, qui est au-dessous de la densité du tellure métallique, est probablement trop faible. *Dureté :* 1,5; très-tendre et un peu ductile. *Cassure*, inégale. *Facies :* éclat métallique, couleur d'un gris d'acier clair.

Chimiques. — Fusible sur le charbon en colorant la flamme en bleu verdâtre, et réductible en bouton métallique d'un jaune clair. Attaquable par l'acide azotique, avec résidu métallique jaune; solution donnant sur un barreau de zinc un précipité d'argent. Soluble dans l'eau régale, avec précipité de chlorure d'argent.

Analyse de la sylvanite d'Offenbanya :

	Par Klaproth.		Par Petz. 1.	2.
Tellure.	60		59,97	58,81
Or.	30		26,97	26,47
Argent.	10		11,47	11,31
	——	Plomb.	0,25	2,75
	100	Antim.	0,58	0,66
		Cuivre.	0,76	
			100,00	100,00

Variétés et gisement. — La sylvanite se présente dans la nature en petits cristaux formant des druses, dendrites ou incrustations à la surface d'une gangue quarzeuse, ou en petites aiguilles disséminées dans le quarz même, dans les porphyres, et au milieu des dépôts aurifères de la Transylvanie; et c'est du mot de Transylvanie que le nom de sylvane ou sylvanite a été tiré. On le trouve principalement à Offenbanya, où il forme dans le porphyre de petits filons, avec l'or natif et les autres minerais de tellure, notamment avec le tellure feuilleté ou *élasmose*. On en trouve aussi à Nagyag, mais ils ont une composition et des caractères extérieurs assez différents, pour qu'on ait été tenté

d'en faire une espèce à part sous le nom de *Mullérine* (Beudant), ou sous ceux de *Tellure blanc* et *jaune*, Weiss-Sylvanerz (Werner), et *Gelberz* ou *Gelbtellur* (Klaproth). Mais cette prétendue espèce n'est pour nous qu'une variété de mélange, dans laquelle l'argent est remplacé en très-grande partie par du plomb, et le tellure par une petite quantité d'antimoine. Nous la placerons dans un appendice à la suite de la sylvanite proprement dite. Celle-ci est très-recherchée dans l'exploitation qu'on fait des mines d'Offenbanya, à cause de la quantité considérable d'or et d'argent qu'elle contient; elle y est connue des mineurs sous les noms d'*or graphique* ou d'*or blanc*.

APPENDICE. — SYLVANITE PLUMBO-ANTIMONIFÈRE.

Syn. : *Mullérine*, Beudant; *Weiss-Sylvanerz*, Werner; *Gelberz* et *Weisserz*, Klaproth; *Tellure jaune* et *blanc*.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Très-probablement (Ag, Pb, Au) $(Te, Sb)^2$.

Forme fondamentale : Prisme rhombique droit, de 105°.30' environ, avec des dimensions à peu près égales à celles du prisme de la sylvanite.

Caractères distinctifs.

Géométriques.— Petits cristaux lamellaires, en lames rectangulaires plus ou moins modifiées; offrant des traces de clivage parallèlement à la grande diagonale. Ce caractère, ainsi que la couleur, varie avec les mélanges qui diversifient cette variété.

Physiques. — Densité : de 7,9 à 8,3. — Dureté, 2. — Tendre; un peu ductile; cassure inégale. — Aspect : éclat métallique, avec une couleur d'un blanc d'argent tirant souvent sur le jaune de laiton.

Chimiques. — Au chalumeau, se comporte comme l'élasmose et la sylvanite, et se réduit en un grain métallique blanc peu ductile. Elle est attaquable par l'acide azotique, avec résidu d'or : la solution donne des lamelles de plomb et un précipité d'argent sur un barreau de zinc. Celle qu'on formerait avec l'eau régale donnerait immédiatement un précipité de chlorure d'argent.

Analyses de la sylvanite (ou mullérine) jaune de laiton :

	Par Klaproth.	Par Petz. 1.	2.
Tellure. . .	44,75	49,96	44,54
Or.	26,75	29,62	25,31
Plomb. . . .	19,50	13,82	11,21
Argent. . .	8,50	2,78	10,40
Soufre. . . .	0,50	Antim. 3,82	Antim. 8,54
	100,00	100,00	100,00

Analyse de la mullérine blanche, par Petz :

Tellure.	55,39
Or.	24,89
Argent.	14,68
Plomb	2,54
Antimoine.	2,50
	100,00

VARIÉTÉS.

Formes déterminables.

Modifications sur les arêtes : g^1, h^1, b^2.

— sur les angles : a^1, e^3.

Mullérine *cristallisée*. M. Brooke a décrit un cristal de cette espèce, fig. 25, pl. 20, dont le signe est $p\,m\,g^1\,h^1\,b^2\,a^1\,e^3$. Il est la combinaison du prisme rectangulaire, avec le prisme vertical m, m, le rhomboctaèdre b^2, et l'octaèdre rectangulaire $a^1\,e^3$.

Incidences de :

m sur m = 105°18'	a^1 sur a^1 = 142°54'
m sur h^1 = 142°39'	a^1 sur e^3 = 104°41' (1)
p sur a^1 = 108°33'	m sur g^1 = 127°21'
p sur e^3 = 142°58'	e^3 sur g^1 = 127°10'
p sur b^2 = 136°53'	e^3 sur e^3 = 74°27'
a^1 sur h^1 = 161°27'	

Formes indéterminables.

1. Mullérine *lamelliforme*, en petites lamelles, d'un blanc

(1) Phillips donne pour la mesure de cet angle 123°80', peut-être par erreur pour 103°30'

jaunâtre, se fondant dans une masse grenue, considérée comme appartenant au même minéral, avec diallogite rose mamelonnée.

2. Mullérine *aciculaire*, en petits prismes allongés et amincis, groupés et disséminés dans le quarz, ou le calcaire spathique.

3. Mullérine *grenue* ou *fibro-compacte* : en petites masses grenues ou compactes subfibreuses.

La mullérine ou sylvanite plumbifère ne se rencontre que très-rarement dans les filons aurifères de Nagyag, en Transylvanie, avec l'élasmose, à laquelle elle est souvent intimement associée. L'or natif, le quarz, le calcaire, le spath brunissant, la diallogite, la rhodonite, la galène, la blende, l'arsenic natif, et l'argile lithomarge, sont au nombre des substances qui l'accompagnent le plus ordinairement. Cette matière a de l'importance dans l'exploitation des minerais de cette localité : elle est très-recherchée à cause de la quantité d'or qu'elle renferme, qui est beaucoup plus grande que celle de l'élasmose.

5e Espèce. Discrase.

Syn. : *Argent antimonial*, Haüy ; *Antimon-Silber*, Hausmann ; *Spiesglass-Silber*, Werner ; et aussi *Spiesglanz-Silber*.

Caractères essentiels.

Composition chimique : antimoniure d'argent, $Ag^2 Sb$; ou, en poids : argent 77,02, et antimoine 22,98.

Forme fondamentale : prisme rhombique droit de 119°59', dont les axes horizontaux et vertical, *a*, *b*, *c* sont entre eux comme 1,16 : 1 : 1,73.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les cristaux de cette espèce sont des prismes hexagonaux, presque irréguliers, mais modifiés par des facettes étagées sur quatre des arêtes de chaque base, correspondantes à celles du prisme rhombique fondamental. Un des rangs de ces facettes obliques produirait, par son prolongement, un rhomboctaèdre droit, dont les angles auraient pour valeurs : 132°42' ; 92° ; et 106°40'. Clivages : sensibles parallèlement à la base, et aux deux faces d'un dôme ou prisme horizontal, correspondant à la plus petite diagonale ; point de clivages parfaits, parallèlement aux faces verticales du prisme.

Physiques. — Densité, de 9,4 à 9,8. — Dureté, 3,5.
rement cassant.

Aspect : éclat métallique, avec la couleur blanche de l'argent, passant à la surface au jaunâtre ou au gris-noirâtre.

Chimiques. — Fusible sur le charbon en globule métallique, après avoir donné des vapeurs blanches antimoniales; produisant, dans le tube ouvert, un sublimé blanc d'oxyde antimoni-e; soluble dans l'acide azotique, avec précipité immédiat : la solution, traitée par l'acide chlorhydrique, donne un précipité blanc de chlorure d'argent, attaquable par l'ammoniaque.

Analyse de la discrase de Wolfach, dans le pays de Bade, par Klaproth :

Argent.	76
Antimoine..	24
	100;

de celle d'Andreasberg, au Harz, par le même :

Argent.	77
Antimoine..	23
	100.

Une partie de l'antimoine est souvent remplacée par une quantité équivalente d'arsenic.

VARIÉTÉS.

1. *Discrase cristallisée*, en prismes rhombiques, *mmp*, ou hexagonaux *mmpg*[1], plus ou moins modifiés sur les arêtes des bases; avec des stries verticales, et souvent groupées par hémitropie parallèlement à l'un des pans *m*. A Wittichen, en Souabe.

2. *Discrase cylindroïde*, en cristaux déformés par arrondissement; dans le calcaire lamellaire, à la mine de Saint-Wenzel, près Wolfach.

3. *Discrase granulaire*, à Andreasberg, dans le Harz.

4. *Discrase amorphe*. En masses compactes irrégulières, engagées dans une gangue calcaire ou quarzeuse.

5. *Discrase arsenifère*. Argent arsenical; de De Born; arseniksilber.

A Andreasberg, où l'on trouve aussi de l'argent antimonial pur, il existe des variétés mélangées, dans lesquelles l'argent semble être remplacé en partie par du fer, et l'antimoine par l'arsenic. Ces variétés peuvent être représentées par la formule :

(Ag, Fe)² (Sb, As). Une d'elles, analysée par Klaproth, a donné les proportions suivantes :

Argent.	12,75
Fer.	44,25
Arsenic.	35,00
Antimoine.	4,00
Soufre.	4,00.

On voit que l'antimoine est presque entièrement remplacé, dans ce minerai, par l'arsenic : aussi pourrait-on, si la formule précédente est exacte, en faire une espèce à part et correspondante à l'argent antimonial, sous le nom particulier d'argent arsenical qu'on lui donne ordinairement.

Gisements. — La discrase est une matière accidentelle de certains filons argentifères, ceux surtout qui renferment des minerais d'argent antimonifères ou arsenifères. On la rencontre principalement à Guadalcanal, en Espagne, dans l'Estramadure; à la mine des Chalanches d'Allemont, en Dauphiné, avec la smaltine, le calcaire et le quarz hyalin; à Andreasberg, au Harz, avec arsenic natif, argent rouge, galène, etc.; à Alt-Wolfach, dans le pays de Bade, avec calcaire spathique, barytine, argent sulfuré et rouge, galène, cuivre gris, etc.; à Wittichen, dans la Souabe. On la cite aussi en Amérique, à Coquimbo, dans le Chili, et dans la mine de Santa-Rosa, au Mexique. Cette substance aurait une grande importance, comme mine d'argent, si elle se rencontrait en masse plus considérable.

6e Espèce. Leucopyrite.

Syn. : *Fer arsenical sans soufre; Axotomer Arsenikkies*, Mohs; *Arseniksen*, et *Arsenikalkies*, de différents auteurs; *Lölingite*, Haidinger.

Sous ce nom, on distingue du mispickel ordinaire ou fer arsenical de Haüy, un fer arsenical de couleur blanche, qui en diffère en ce qu'il est un arséniure simple de fer, sans soufre, tandis que le mispickel est un arseni-sulfure de fer. A cela près, ces deux substances ont les plus grands rapports, tant par leur composition atomique, que par leur forme cristalline. — Sa composition chimique est représentée par la formule Fe As², ou poids, par fer 27,2; et arsenic 72,8. Dans une variété, celle Schladming en Styrie, une notable partie du fer est re par du nickel et du cobalt.

Son système cristallin, déterminé par Mohs, est l'orthorhombique. Ce savant minéralogiste lui a assigné, pour forme fondamentale, un rhomboctaèdre de 117°28'; 90°51'; et 121°58'. La forme habituelle de ses cristaux est celle d'un prisme rhombique vertical de 122°26', terminé par un dôme ou sommet cunéiforme de 51°20'. Grégor prétend avoir observé dans ce minéral un prisme de 111°30', qui serait l'analogue de celui qu'on rencontre ordinairement dans le mispickel. Un seul clivage parfait a lieu perpendiculairement à l'axe, et c'est pour cela que Mohs a donné à ce minéral le surnom d'axotome.

La pyrite blanche arsenicale, ou leucopyrite, se reconnaît à l'odeur d'ail qu'elle donne au feu du chalumeau, sans qu'il y ait mélange d'odeur sulfureuse, et au bouton attirable à l'aimant qu'on obtient pour résidu. Elle est soluble dans l'acide nitrique en produisant de l'acide arsénieux qui se sépare; elle n'abandonne point de soufre, comme fait le mispickel, quand on la dissout dans l'acide chlorhydrique concentré.

La leucopyrite a l'éclat métallique, avec une couleur d'un blanc d'argent qui ne tire pas sur le jaunâtre, comme celle du fer arsenical ordinaire; sa poussière est noire. Elle est cassante; sa dureté est de 5,5; sa densité varie de 7 à 7,4.

Cette substance se rencontre accidentellement dans certains filons métallifères, à Andreasberg, au Harz, avec arsenic natif, argent antimonial et argent rouge; au Sauberg, près d'Ehrenfriedersdorf en Saxe; à Reichenstein en Silésie, dans la serpentine; à Löling, près de Huttenberg en Carinthie, dans un lit de fer spathique; au Sätersberg, près Fossum, dans la paroisse de Modum, en Norwège. Le minerai de Reichenstein est employé pour la préparation de l'arsenic blanc ou acide arsénieux.

7e Espèce. Rammelsbergite (de Dana).

Syn. : *Nickéline blanche; Weiss-Arseniknickel,* et *Weiss-Nickelkies* en partie.

Cette espèce a été distinguée par M. Breithaupt de la nickéline blanche cubique, à laquelle il donne le nom de *chloanthite*. Les deux minéraux ont la même composition chimique, mais ils diffèrent par leur cristallisation d'abord, et ensuite par leur densité, celle de la chloanthite étant plus faible. Nous avons adopté pour la première espèce, le nom de Rammelsbergite que lui donne M. Dana, bien que ce nom ait été déjà proposé par

M. Haidinger, pour désigner l'espèce cubique, à laquelle nous croyons devoir conserver le nom de *chloanthite*.

La rammelsbergite est un bi-arséniure de nickel; sa composition chimique est donc Ni As^2; ou, en poids, nickel 28,3; arsenic 71,7.

Une variété de Schneeberg, analysée par Hoffmann, a donné les proportions suivantes :

Arsenic..	71,30
Nickel.	28,14
Bismuth.	2,19
Cuivre.	1,50
Soufre.	0,14
	102,27

Ce minerai a l'aspect métallique, avec une couleur d'un blanc d'argent ou d'étain, qui tend vers le rougeâtre dans la cassure fraîche. Il est légèrement ductile; sa dureté est de 5,5; sa densité de 7,19. Ses propriétés chimiques sont les mêmes que c de l'espèce suivante.

Il est rarement cristallisé en prismes rhombiques droits, dont l'angle est d'environ 123°, suivant M. Breithaupt: le plus souvent, il est à l'état amorphe et disséminé. On le trouve à Schneeberg, en Saxe, et à Riechelsdorf, en Hesse.

IIIe Tribu. Cubiques.

8e Espèce. Cloanthite (de Breithaupt).

Syn. : *Nickéline blanche*; *Weiss-Nickelkiess*, en partie; *Rammelsbergite*, de Haidinger.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Ni As^2, la même que celle de l'espèce précédente.

Forme fondamentale : Le cube, avec traces de clivage

Ce minéral a l'aspect métallique, avec une couleur d'un d'étain, passant à la longue au gris-noirâtre. Il est cristallisé octaèdres réguliers et en cubes, et offre les passages de ces fo simples au rhombododécaèdre b^1, et au trapézoèdre a^2; mais le trouve aussi en masses bacillaires et en masses amorpl grenues ou compactes. Sa dureté est de 5,5; sa den

plus de 5,6. La variété de Riechelsdorf, analysée par Booth, a fourni le résultat suivant : arsenic 72,64; nickel 20,74; cobalt 3,37; et fer 3,25. D'autres analyses de Hoffmann et de Rammelsberg ont confirmé ce résultat. Chauffé dans le tube fermé, il donne un sublimé d'arsenic métallique, et devient rouge, parce qu'il passe à l'état de kupfernickel; dans le tube ouvert, il donne de l'arsenic et de l'acide arsénieux; sur le charbon, il fond facilement, en dégageant une fumée épaisse, reste longtemps incandescent, s'entoure de cristaux d'acide arsénieux, et finalement abandonne un globule métallique cassant.

La chloanthite se présente souvent altérée superficiellement en arséniate de nickel, qui lui forme comme un enduit terreux de couleur vert-pomme. Elle se rencontre dans les gîtes de nickéline rouge, à Schneeberg, Annaberg, Scheibenberg et Gross-Kamsdorf, en Saxe, à Sparnberg dans le Voigtland, et à Riechelsdorf en Hesse; dans cette dernière localité, elle est accompagnée de sulfate de baryte. Les nickélines blanches servent aux mêmes usages que le kupfernickel ou nickéline rouge.

9e Espèce. Smaltine.

Syn. : *Cobalt arsenical*, Haüy; *Speiskobalt*, Hausmann et Werner; *Smaltine*, Beudant. Bi-arséniure de cobalt.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Co As^2, avec une petite quantité de fer ou de nickel, remplaçant une proportion équivalente de cobalt. En poids : cobalt 28,19; arsenic 71,81.

Forme primitive : Le cube, avec des traces de elivages imparfaits, parallèlement aux faces de cette forme et à celles de l'octaèdre régulier.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les formes cristallines les plus ordinaires sont : le cube et l'octaèdre régulier; plus rarement, on observe les combinaisons de ces deux formes avec le rhombododécaèdre, et la combinaison triforme représentée fig. 184, mais jamais le dodécaèdre pentagonal, comme dans le cobalt gris.

Physiques. — Aspect métallique, avec une couleur d'un blanc d'étain, ou d'un gris d'acier clair dans la cassure fraîche; mais se ternissant et noircissant à l'air, ou passant à la surface à des teintes irisées; éclat généralement assez faible.

Densité variable de 6,3 à 7,3. — Dureté de 5,5. — Le minerai est cassant.

Chimiques. — Donnant sur le charbon l'odeur d'arsenic, et point celle du soufre, couvrant le charbon d'un dépôt blanc d'acide arsénieux, et laissant un globule métallique, blanc ou gris, magnétique et cassant, dont la plus petite parcelle, fondue avec le borax, donne un verre d'une couleur bleue très-intense. Attaquable par l'acide azotique : la solution, faite à chaud, donne un précipité immédiat d'acide arsénieux et devient d'un rouge de lilas : par l'addition d'un alcali, elle précipite en bleu-violâtre, et en vert par le ferro-cyanure de potassium.

Analyse de la smaltine :

	1. De Riechelsdorf, par Stromeyer.	2. De Tunaberg, en Suède, par Warrentrapp.
Cobalt	20,31	23,44
Fer	3,42	4,94
Cuivre	0,16	0,00
Arsenic	74,22	69,46
Soufre	0,89	0,90

Dans quelques variétés, le cobalt est remplacé en partie par du fer, ou par du nickel. Une variété venant de Bieber, dans le Hanau, et analysée par Laugier, contenait 12,5 pour cent de fer : ces variétés ferrifères sont de couleur grise, et ont une pesanteur spécifique plus forte, de 7 à 7,3. Une autre variété venant de Riechelsdorf, et analysée par Sartorius, a fourni 14 pour cent de nickel, et n'a donné que 9 de cobalt. Une troisième, provenant des mines de Schneeberg, contient 4 pour cent de bismuth : ce dernier métal remplaçant alors une proportion d'arsenic équivalente.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES.

1. *Smaltine cristallisée*. En cubes, en octaèdres réguliers, en cubo-octaèdres, et en combinaisons ternaires, telles que la *triforme* $p\,a^1\,b^1$, fig. 184.

2. *Smaltine dendritique*, dite *mine* de cobalt *tricotée*. En petits cristaux réunis en séries ramifiées, comme ceux de l'argent natif filiciforme : souvent les chapelets de cristaux, accolés parallèlement, sont traversés par d'autres qui les croisent à angles droits, et le tout est engagé dans une gangue calcaire ou quarzeuse.

3. *Smaltine fibreuse radiée*. A Schneeberg, en Saxe.

4. *Smaltine amorphe.* En masses légèrement mamelonnées à la surface, quelquefois finement grenues, et le plus souvent compactes à l'intérieur.

VARIÉTÉS DE MÉLANGES.

Smaltine ferrifère (grau-speiskobalt);
Smaltine nickélifère;
Smaltine bismuthifère (Wismuth-kobaltkies, de Kersten).

Gisements et usages. — La smaltine se rencontre dans certains gîtes métallifères, et notamment dans ceux d'argent sulfuré et de cuivre pyriteux. Elle abonde surtout dans les terrains de cristallisation, tant granitiques que schisteux. Elle y est accompagnée souvent de certains produits qui proviennent de sa décomposition, tels que l'arséniate de cobalt terreux, et le cobalt oxydé noir, et de plusieurs autres minerais, comme le kupfernickel, le bismuth natif, l'arsenic natif, la galène, et l'argent sulfuré. Les minéraux pierreux qui lui servent de gangue sont : le sulfate de baryte, le calcaire spathique, la dolomie, le fer spathique, la fluorine, le quarz hyalin et le silex corné. On le trouve à Andreasberg, au Harz ; à Schneeberg, Annaberg et autres localités de la Saxe ; à Joachimsthal, en Bohême ; à Riechelsdorf, en Hesse ; à Bieber, dans le Hanau ; à Dobschau, en Hongrie ; à Wittichen, en Souabe ; et en France, à Sainte-Marie dans les Vosges, à Allemont en Dauphiné, et dans les vallées de Luchon et de Gistan, de la chaîne des Pyrénées.

La smaltine est le principal des minerais de cobalt : c'est du moins le plus abondant. Il existe encore deux autres minerais, que nous décrirons bientôt, et dont l'un (le sulfure simple de cobalt) est beaucoup trop rare pour être mis au nombre des minerais utiles, et dont l'autre est un arseni-sulfure de cobalt (la cobaltine ou le cobalt gris). C'est de la smaltine et de la cobaltine que l'on extrait le cobalt, ou plutôt, c'est avec ces deux substances que l'on prépare l'oxyde de cobalt, le seul produit employé dans les arts, car jusqu'à présent le cobalt métallique est resté sans usages.

Le cobalt, obtenu à l'état de pureté dans les laboratoires, est un métal d'un gris blanchâtre, qui a de grandes analogies avec le fer et le nickel. Il passe pour être, comme eux, doué du magnétisme : cependant cette propriété y est beaucoup moins sensible, et quelques savants même ont douté qu'elle fût réelle, en

se basant sur ce fait, que le cobalt n'exerce pas d'action notable sur l'aiguille aimantée, quand il ne renferme plus de traces de fer ni de nickel : une petite quantité d'arsenic suffit d'ailleurs pour lui faire perdre cette propriété. Comme ces derniers métaux aussi, le cobalt forme plusieurs combinaisons avec le soufre et l'arsenic, et se rencontre avec eux dans presque toutes les pierres météoriques. On le trouve encore, mais plus rarement, à l'état d'oxyde, d'arséniate et de sulfate. Comme le cobalt n'est jamais employé dans les arts à l'état métallique, on ne le prépare qu'en petit dans les laboratoires, et seulement pour les besoins des expériences scientifiques. C'est un métal peu éclatant, cassant, et facile à pulvériser, difficilement fusible, et ne se volatilisant à aucune température. Sa pesanteur spécifique est de 8,3. Il est soluble avec effervescence dans l'acide azotique, et son oxyde colore en bleu d'azur le verre de borax.

L'oxyde qu'on retire des minerais de cobalt, en les grillant, pour les priver du soufre et de l'arsenic, est connu sous le nom de *safre :* cet oxyde, fondu avec de la silice et de la potasse, donne un verre bleu, appelé *smalt*, qu'on pulvérise pour former la substance nommée *bleu d'azur*, ou *bleu de cobalt*, et qui est employée dans la coloration des pierres artificielles et dans la peinture sur porcelaine. On se sert aussi de l'oxyde de cobalt pour colorer l'amidon en bleu, pour débarrasser le papier de sa nuance jaune, et pour former le *bleu de Thénard*, qui est un aluminate de cobalt mêlé d'un peu de phosphate. On ne peut pas employer le smalt dans la peinture à l'huile, parce qu'il ne se délaie pas dans ce liquide : le bleu de Thénard n'a pas cet inconvénient. Enfin, on fait avec l'oxyde de cobalt dissous dans l'eau régale, une encre sympathique très-curieuse, en ce que les caractères tracés avec cette encre disparaissent par le refroidissement, et redeviennent sensibles et d'une belle couleur bleu-verdâtre par l'action de la chaleur.

10e Espèce. Skuttérudite (Haidinger).

Syn. : *Tesseralkies*, Breithaupt; *Hartkobalterz*, Hausmann; *Arsenikkobaltkies*, Scheerer; *Modumite*, Nicol. Triarséniure de cobalt.

Ce minéral, trouvé à Skuttérud, près de Modum, en Norwège, a les plus grands rapports avec la smaltine : il n'en diffère que par sa composition atomique, et par un degré de dureté plus considérable. D'après les analyses de Scheerer et de Wöhler, ce

ri-arséniure de cobalt, Co As^3, contenant: cobalt 29,74
nic 79,26. Tandis que la smaltine ne présente à l'état
ni que des traces de clivages à peine sensibles, la skutté-
e offre un clivage cubique parfaitement distinct. Sa dureté
e jusqu'à 6; sa densité est de 6,8. Son éclat métallique est
rononcé; sa couleur varie entre le blanc d'étain et le gris
omb clair. Chauffé dans le petit matras de verre, il donne
blimé d'arsenic métallique, ce qui n'a pas lieu avec la
ine.

alyses de la skuttérudite :

	Par Scheerer.	Par Wohler.
Cobalt	20,01	1[illegible],5
Fer	1,51	1,3
Arsenic	77,84	79,2
Soufre	0,69	0,0[illegible]

...e espèce se rencontre avec le cobalt gris dans un gîte
re du terrain de micaschiste, à Skutterud, paroisse de
...m, en Norwège. Il sert, conjointement avec la cobaltine
smaltine, à la préparation du bleu de cobalt.

11e Espèce. **Altaite** (Haidinger).

Syn. : *Tellurure de plomb*; *Tellurblei*, G. Rose.

Caractères essentiels.

Composition définie : Te Pb; ou, en poids : Te = 38,36,
61,64.

Forme fondamentale : Le cube.

Caractères distinctifs.

OMÉTRIQUES. — Ce minéral n'a encore été observé qu'en
es clivables dans trois directions rectangulaires, et le plus
nt en masses grenues ou compactes, à cassure inégale : les
sont peu distincts.

...ES. — Densité : 8,16; dureté, 3 à 3,5. — Tendre et
à diviser. — *Facies :* éclat métallique; couleur d'un blanc
n tirant un peu sur le jaunâtre.

IMIQUES. — Colorant en bleu la flamme du chalumeau;
le à la flamme de réduction, en répandant des vapeurs, et
it par se réduire en un petit grain d'argent. Autour de la

matière d'essai, il se forme un anneau d'un gris métallique, et plus loin une auréole d'un jaune brunâtre. Dans le tube ouvert, on obtient un sublimé blanc d'oxyde tellurique, qu'on peut fondre ensuite en gouttelettes limpides.

Attaquable par l'acide azotique; la solution précipite du sulfate de plomb par l'acide sulfurique.

Analyse de l'altaïte, par G. Rose :

Tellure..	38,37
Plomb.	60,35
Argent.	1,28
	100,00

C'est donc du tellurure de plomb, mêlé d'une petite quantité de tellurure d'argent.

L'altaïte ou tellurure plombique se trouve en petites quantités, et associé au tellure argental, dans la mine de Sawodinsky, monts Altaï; ces deux substances y sont en petits filons, avec la pyrite, dans un stéaschiste.

12e Espèce. Hessite (Fröbel et Dana).

Syn. : *Petzite*, Haidinger; *Tellursilber*, G. Rose; *Tellure argental*; *Tellurure d'argent*, des chimistes.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Ag Te; ou en poids : Ag 62,77, et Te 37,23.

Forme primitive : Le cube, suivant M. G. Rose; un rhomboèdre voisin du cube, selon M. Hess; et un prisme rhombique, selon MM. Petz et Kenngott.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — La cristallisation de cette espèce n'est pas encore connue avec exactitude. Selon M. Hess, on l'aurait trouvée en Sibérie, sous la forme de petits rhomboèdres voisins du cube. M. Petz, au contraire, a cru remarquer sur des échantillons venant de Nagyag, des cristaux ayant l'apparence de prismes rhomboïdaux. On ne cite aucun indice de clivage.

Physiques. — Densité, de 8,5 à 8,7. — Dureté, de 3 à 3,5. — Ductile, mais moins que l'argent sulfuré. — Eclat métallique;

couleur intermédiaire entre le gris de plomb et le gris d'acier, passant quelquefois au noir de fer (variété de Nagyag).

CHIMIQUES. — Fusible au chalumeau en une boule noire, à la face de laquelle il se forme, par le refroidissement, des points ncs et des dendrites d'argent, surtout quand on le fond dans flamme intérieure. Fusible dans le petit matras, en colorant en jaune la partie du verre avec laquelle il est en contact. Dans le tube ouvert, il donne un sublimé blanc d'oxyde, susceptible d'être fondu en gouttelettes limpides. Il est réductible par la soude, et soluble dans l'acide azotique.

Analyses :

	De la variété de Sibérie, par G. Rose. 1.	2.		De celle de Nagyag, par Petz. 1.	2.
Tellure. .	36,96 . .	36,89	Tellure. .	37,76 . .	34,98
Argent. .	62,42 . .	62,32	Argent. .	61,55 . .	46,76
Fer. . . .	0,24 . .	0,50	Or. . . .	0,69 . .	18,26
	99,62	99,71		100,00	100,00

VARIÉTÉS.

Le tellure argental se rencontre en petites masses grenues, formant des nids ou des veines, dans un stéaschiste gris-verdâtre, avec le tellurure de plomb, la chalkopyrite, la pyrite et la blende, dans la mine de Sawodinsky, monts Altaï, et dans les mines de Kolywan, en Sibérie. On le trouve aussi en petites masses disséminées dans un quarz gris, ou dans un diorite porphyroïde, avec la diallogite et les autres minerais de tellure aurifères à Nagyag, en Transylvanie. La seconde des variétés analysées par M. Petz, et qui lui a donné 18 pour cent d'or, diffère des autres par un éclat plus vif, une couleur plus sombre, une dureté et e pesanteur spécifique plus considérables.

IVe Tribu. ADÉLOMORPHES.

Dans cette tribu provisoire, nous plaçons les substances qui, d'après leur composition chimique, appartiennent à l'Ordre que nous décrivons en ce moment, mais dont le système cristallin reste encore indéterminé. Nous nous contenterons de les faire connaître rapidement, en les rangeant dans l'ordre purement alphabétique.

1. *Condurrite*, Faraday. Minéral trouvé dans la mine de Con-

durrow, près Helstone en Cornouailles, où il forme de petits rognons ou de petites masses batryoïdes, disséminés dans la partie argileuse du filon. Ces rognons, à cassure compacte et conchoïdale, sont très-tendres, d'une densité égale à 4,25; ils sont d'un noir-bleuâtre extérieurement, et ont dans la cassure l'aspect brillant de certains minerais de manganèse. Ils prennent un certain poli sous la pression de l'ongle. D'après les nombreuses analyses de Blyth, et l'ancienne analyse de Faraday, cette substance ne serait qu'une variété de la domeykite, c'est-à-dire de l'arséniure de cuivre $Cu^3 As^2$, mélangée à sa surface d'une certaine quantité d'arsénite de cuivre hydraté, provenant d'un commencement de décomposition. La partie encore intacte, ou le minerai essentiel, aurait pour composition normale, celle qui répond à la formule précédente, ou serait formée de cuivre 71,7 et arsenic 28,3.

2. *Domeykite*, Haidinger; Arsenkupfer, Zincken; Weisskupfer, Hausmann. Arséniure de cuivre, de la formule $Cu^3 As^2$. En masses nodulaires et botryoïdes, comme le minéral précédent, et aussi à l'état compacte et disséminé. Ce minerai est cassant et d'une dureté = 3,5; sa densité n'est pas encore connue. Il est d'un blanc d'étain ou d'argent, passant à la surface à des teintes jaunes ou irisées. Il est composé, d'après les analyses de Domeyko, de 71,7 de cuivre et de 28,3 d'arsenic. Sous l'action du chalumeau, il fond aisément, en répandant une forte odeur d'arsenic. L'acide chlorhydrique ne l'attaque pas.

La domeykite se rencontre, avec le cuivre rouge et l'arséniate de cuivre, dans des filons traversant des roches porphyriques, à Calabazo, dans la province de Coquimbo au Chili. On la trouve aussi dans les filons argentifères de San-Antonio, près de Copiapo, associée intimement au cuivre panaché, et accompagnée de calcaire, de cuivre et d'argent natif, de polybasite, etc. Enfin elle existe aussi dans le Cornouailles, à la mine de Condurrow (variété dite *condurrite*), et dans celle de Huel Druid, près de Redruth.

3. *Kanéite*, Haidinger. Manganèse arsenical; arséniure de manganèse Mn As, composé, d'après une analyse de Kane, de manganèse 45,4 et arsenic 57,6. Ce savant a découvert ce minéral parmi des échantillons provenant des mines de Saxe; il était adhérent à la galène, et à l'état de masse amorphe, ou botryoïde, avec un aspect métallique et une couleur grise. Il est dur et cassant, et d'une densité de 5,5. Au chalumeau, il

rûle d'abord avec une flamme bleue et tombe en poussière. A une température plus élevée, il répand des fumées arsenicales et couvre le charbon d'une auréole blanche d'acide arsénieux. Il se dissout dans l'eau régale, sans laisser de résidu.

4. *Plakodine,* Breithaupt. La substance connue sous ce nom, et qui, d'après l'analyse de Plattner, serait un arséniure de nickel de la formule Ni^2As, n'est qu'un produit de fourneaux, comme l'ont établi les observations de Schnabel et de G. Rose.

IIe Ordre. Groupe des SULFURES et SÉLÉNIURES SIMPLES.

Corps doués d'un éclat métallique plus ou moins prononcé, et donnant au chalumeau ou l'odeur de raves ou de choux pourris (les Séléniures), ou l'odeur de soufre (les Sulfures), quand on les traite seuls ou avec addition de limaille de fer. Les séléniures donnent en outre un sublimé rouge de sélénium quand on les chauffe dans le tube fermé. Les sulfures, fondus avec la soude, donnent une matière qui, projetée dans de l'eau acidulée, dégage de l'hydrogène sulfuré : ils sont attaquables par l'acide azotique ou par l'eau régale, avec dégagement de gaz nitreux, et leur solution précipite abondamment en blanc par l'azotate de baryte. La densité de tous ces corps est comprise entre 3,5 et 8.

Ire Tribu. Cubiques.

1re Espèce. Naumannite.

Syn. : *Selensilber,* G. Rose ; *Argent séléniuré.*

Caractères essentiels.

Composition chimique : Séléniure simple d'argent, Ag Se ; ou, en poids : argent 73, et sélénium 27.

Forme fondamentale : Le cube, avec des clivages parallèles à ses faces, et d'une grande netteté.

Caractères distinctifs.

Ce minerai est ordinairement en masses grenues, d'un noir de fer, et très-brillantes, à cassure lamelleuse et à clivages rectangulaires, tendres, d'une dureté égale au plus à 2,5, et d'une

densité de 8. Il ressemble beaucoup à l'argyrose ou sulfure d'argent, mais il s'en distingue par une moindre ductilité et par ses clivages très-sensibles. Il est composé, d'après G. Rose, qui en a fait l'analyse, d'un atome d'argent pour un de sélénium ; qu quefois une partie de l'argent est remplacée par une quantité de plomb équivalente.

Chauffé dans le petit matras, il fond et donne un sublimé de sélénium et de l'acide sélénieux. Sur le charbon, il fond en bouillonnant au feu de réduction, et donne un globule d'argent avec la soude ou le borax.

Le séléniure d'argent provient des mines de Tilkérode, au Harz, où il accompagne le séléniure de plomb ; ces mines sont des filons qui traversent le terrain de diorite. Selon Del Rio, il existerait à Tasco, au Mexique, un autre séléniure qui différerait du précédent par sa composition atomique, comme par sa fo cristalline : ce serait un biséléniure appartenant à la tribu rhomboédriques.

2e Espèce. Berzéline.

Syn. : *Selenkupfer*, Mosh ; *Cuivre sélénié*, Haüy ; *Séléniure de cuivre* des chimistes.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Séléniure de cuivre, de la formule $\text{Cu}\,\text{Se}$; ou, en poids : cuivre 61,5, et sélénium 31,75.

Forme fondamentale : Très-probablement le cube, la substance devant être isomorphe avec l'espèce précédente. Mais on n'a encore l'observer que sous la forme d'un simple enduit cristallin.

La berzéline est une substance d'un aspect métalloïde et d'un blanc d'argent, très-ductile, et qui forme de petites veines dendritiques ou des enduits noirâtres dans les fissures d'un caire spathique, à la mine de cuivre de Skrickerum, en Smolande (Suède). C'est Berzélius qui l'a analysée et fait connaître. Sur le charbon et avec la soude, elle donne un bouton de cuivre. I le tube de verre fermé, elle donne lieu à un sublimé rouge de sélénium.

3e Espèce. **Eukaïrite** (Berzélius).

: *Cuivre sélénié argental,* Haüy. Séléniure de cuivre et d'argent.

Caractères essentiels.

osition chimique : CuSe, AgSe. En poids : argent 43,16 ; 25,26 ; et sélénium 31,58.

ne primitive : Très-probablement le cube, à cause de l'iso- isme bien connu du cuivre et de l'argent.

e espèce, analysée comme la précédente par Berzélius, et rencontre avec elle dans la mine de Skrickerum, en ide, au milieu d'un terrain talqueux ou serpentineux, se te en masses cristallines, à grains fins, couleur gris de , tendres et ductiles, devenant brillantes dans la râclure. nd au chalumeau sur le charbon, en donnant des vapeurs uses, et laissant un globule métallique gris et cassant; avec x et le sel de phosphore, elle donne la réaction du cuivre. t attaquable par l'acide azotique, et la solution précipite vre et de l'argent sur un barreau de fer. Cette combinai- morphique, à proportions simples, est analogue à celle ous offrira, parmi les sulfures, la stromeyérine, et tout e que les séléniures et les sulfures des mêmes bases et du ordre de saturation, sont isomorphes entre eux.

4e Espèce. **Argyrose** (Beudant).

Argent sulfuré, Haüy ; *Argentit,* Haidinger ; *Silberglanz,* Hausmann et Naumann ; *Glaserz,* Werner.

Caractères essentiels.

position chimique : Sulfure d'argent, de la formule AgS ; ant en poids, argent 87,04, et soufre 12,96.

ne fondamentale : Le cube, avec de simples traces de cli- arallèles aux faces de ce solide et à celles du rhombodo- lre.

Caractères distinctifs.

métriques. — Cristallisée, comme la galène, avec laquelle : isomorphe, sous les formes propres au système cubique, ividus étant le plus souvent réunis en druses ou en den- Point de clivages bien sensibles.

Physiques. — Aspect métallique, avec une couleur d'un gris-noirâtre, opaque, terne superficiellement, mais devenant plus brillant dans la râclure. Densité, de 6,9 à 7,4. — Dureté, 2. Le minerai est tendre et ductile : il se laisse couper facilement avec un couteau.

Chimiques.—Fusible au chalumeau, avec boursoufflement et dégagement de vapeurs sulfureuses et réductibles à un coup de feu prolongé en un bouton d'argent. Soluble dans l'acide azotique : la solution précipite de l'argent sur une lame de cuivre, et par l'acide chlorhydrique donne un précipité blanc, attaquable par l'ammoniaque.

VARIÉTÉS.

1. *Argyrose cristallisée*, sous les formes ordinaires du système cubique : en cube p (fig. 2, pl. 4), en octaèdre régulier a^1, en cubo-octaèdre (fig. 17, pl. 4), avec un angle p sur $a^1 = 125°15'16''$; en rhombododécaèdre b^1, et en trapézoèdre a^2, avec incidence de a^2 sur $a^2 = 131°48'$; et en diverses combinaisons binaires ou ternaires, données par les formes simples précédentes.

2. *Argyrose dendritique*. En petits cristaux, composant des dendrites ramuleuses ou filiformes.

3. *Argyrose mamelonnée*. En concrétions, ou en enduits à la surface des matières qui se trouvent dans les filons.

4. *Argyrose amorphe*. Par suite d'une décomposition qu'a éprouvée cette variété compacte, l'argent métallique qu'elle contient est quelquefois revivifié, et l'on voit reparaître ce métal, sortant de l'intérieur de la masse sous forme de filaments contournés. On pense qu'une partie de l'argent filamenteux que l'on trouve dans la nature, doit sa formation à une décomposition de ce genre. Dans d'autres circonstances, l'argent sulfuré semble au contraire avoir été produit aux dépens de l'argent natif : c'est lorsqu'il forme à sa surface des couches qui peuvent avoir été produites par l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'argent métallique.

5. *Argyrose terreuse* (Silberschwärze). En masses noires, friables et pulvérulentes. C'est l'argent noir terreux des minéralogistes allemands.

Gisements et usages. — Le sulfure d'argent est le principal minerai d'argent, celui qui fournit la plus grande partie de l'argent versé dans le commerce. On le rencontre surtout d

qui traversent le gneiss, le micaschiste, l'amphibolite, le argileux, et quelquefois aussi le granite, le porphyre et trachyte, avec d'autres minerais d'argent, tels que l'argent , les argents noirs et rouges, les galènes argentifères, et as- en outre à l'arsenic, au quarz hyalin, au calcaire spathi- à la barytine, à la fluorine, et autres substances formant ent les gangues des filons métallifères. Il n'est pas de voir ce minerai pénétrer jusque dans les roches voisines du La variété terreuse se rencontre quelquefois dans les ies supérieures du gîte, là où la masse principale du filon a éprouvé une décomposition : elle recouvre souvent le minerai compacte métalloïde, avec de petites pellicules de chlorure d'argent, et elle est elle-même intimement mêlée de ce même chlorure et de filaments déliés d'argent natif.

On trouve le sulfure d'argent en petites quantités, au Harz, les mines d'Andreasberg, nommées Katharina, Neufang et de Gottes. Il est au contraire très-abondant dans les mines de e, à Freiberg, Marienberg, Annaberg, Schneeberg, et iann-Georgenstadt; et dans celles de la Bohême, à Joachims- Il existe aussi en Hongrie, dans les mines de Schemnitz et remnitz; en Norwège, à Kongsberg; au Mexique, à Guanuato, Zacatecas et autres lieux; au Pérou et au Chili. Une grande partie de l'argent que fournissent annuellement les mines d'Amérique, provient de ce minerai. La ductilité du sulfure d'ar- t est telle, qu'il peut recevoir facilement des empreintes. Le éum de Göttingue possède une médaille représentant le roi Auguste de Pologne, et qui a été faite avec cette substance naturelle.

5e Espèce. Galène.

Syn. : *Plomb sulfuré,* Haüy; *Bleiglanz,* Werner.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Sulfure simple de plomb, PbS; en poids, plomb 86,55 ; et soufre 13,45.

Forme fondamentale : Le cube *p*, fig. 232, pl. 29.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme primitive, ou de clivage : le cube; les divisions parallèles aux faces de cette forme sont d'une grande

netteté et s'obtiennent très-facilement; en sorte que dans tous les individus cristallisés on n'observe pas d'autre cassure que la cassure lamelleuse.

Physiques. — Aspect : le gris métallique bleuâtre ou gris de plomb, avec une poussière d'un gris noirâtre. Dans les variétés à grain fin, la couleur est plus claire. Elle tire quelquefois sur le rougeâtre, et très-rarement elle présente à la superficie des teintes irisées. La substance est opaque et très-brillante dans les cassures fraîches.

Densité, 7,4...7,6. — Dureté, 2,5. La galène ne peut pas être coupée au couteau, comme l'argyrose : elle est aigre, c'est-à-dire cassante. Elle forme sur le papier, des traits qui rappellent ceux des crayons de graphite, vulgairement dits *mine de plomb*.

Chimiques. — Fusible et facilement réductible sur le charbon, en couvrant d'abord celui-ci d'une auréole d'oxyde de plomb, et en répandant des vapeurs sulfureuses. Soluble dans l'acide azotique étendu : la solution précipite en blanc par un sulfate, donne des lamelles de plomb sur un barreau de zinc qui y plonge.

Lorsqu'elle est pure, elle est composée, comme l'indique la formule ci-dessus, d'un atome de plomb et d'un atome de soufre : mais elle est fréquemment mélangée de sulfure d'argent ou de séléniure de plomb, généralement en petites quantités, et qui paraissent remplacer isomorphiquement une proportion équivalente de sulfure de plomb. Plus rarement, la galène contient en mélange une certaine quantité de sulfure d'antimoine ou bismuth.

Analyses de la galène :

	1° De Durham, par Thomson.	2° De Schemnitz, par Beudant.
Plomb.	85,13	79,60
Argent.	0,00	7,00
Fer.	0,50	0,00
Soufre.	13,02	13,40

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : b^1.

— sur les angles : a^1, a^2, a^3, a^6 ; $a^1/_2$.

Les formes simples, et les combinaisons principales, observées ns cette espèce, sont les suivantes :

1. La galène *cubique*, p (fig. 2, pl. 4). C'est la forme la plus ordinaire.

2. La galène *octaèdre*, a^1 (fig. 8, pl. 4), en cristaux réguliers, ou cunéiformes, segminiformes, transposés, etc. Les hémitropies se font toujours parallèlement à une face de l'octaèdre.

3. La galène *cubo-octaèdre*, pa^1 (fig. 35, pl. 2). C'est la combi- la plus commune. Tantôt, c'est le cube qui domine, ne on le voit fig. 34, tantôt, au contraire, c'est l'octaèdre 36); et quelquefois on observe comme forme moyenne entre leux, la figure 35, où les deux ordres de facettes se contre- ncent, et donnent lieu à une sous-variété plus simple et plus symétrique. Incidence de p sur a^1 = 125°16'.

4. La galène *cubo-dodécaèdre* pb^1; fig. 3, pl. 4. La variété ıbo-dodécaèdre ne se montre jamais seule dans cette espèce, et il en est de même du trapézoèdre a^2, si commun dans d'autres ces cubiques : ces deux formes sont toujours subordonnées à celles du cube et de l'octaèdre régulier.

5. La galène *octaèdro-dodécaèdre* a^1b^1. C'est l'octaèdre émar- é, ou la variété biforme de Haüy.

6. La galène *octaèdre*, avec pointements à quatre faces sur les angles a^1a^6 (variété uni-sénaire de Haüy). Incidence de a^1 sur a^6 = 138°32'.

7. La galène *triforme* pa^1b^1. Combinaison du cube, de l'oc- lre et du dodécaèdre.

8. La galène *uniternaire*, Haüy; pa^1a^3 (fig. 233, pl. 29). C'est 'ariété cubo-octaèdre, émarginée sur les arêtes d'intersection aces p et a^1. Les faces a_3 appartiennent à un trapézoèdre.

9. La galène *cubo-octaèdre*, avec biseaux sur les arêtes de l'octaè- dre : $pa^1a^{1/2}$. C'est la variété *octo-trigésimale* de Haüy. Elle ne dif- fère de la variété suivante, que par la suppression des faces b^1 du dodécaèdre. Les facettes $a^{1/2}$, si elles existaient seules, produiraient, non un trapézoèdre, mais un octa-trièdre ou octaèdre pyramidé.

10. La variété précédente, plus les faces du dodécaèdre rhomboïdal : $pb^1a^1a^{1/2}$ (variété pentacontaèdre de Haüy), fig. 234. Incidence de a^1 sur $a^{1/2}$ = 164°12'.

11. La galène *quadriforme*, Haüy. Combinaison de quatre des ıes les plus simples, le cube p, l'octaèdre a^1, le dodécaèdre zoèdre a^2.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES ACCIDENTELLES.

1. Galène *pseudomorphique*, ou *épigène* : provenant de l'altération chimique de cristaux prismatiques de pyromorphite (ou phosphate de plomb), ou bien de céruse (ou carbonate). Les formes empruntées par cette variété de galène appartiennent le plus ordinairement au phosphate, et sont par conséquent des prismes hexaèdres réguliers. A Huelgoat, en Bretagne, et dans une mine du Cornouailles.

2. Galène *incrustante*, en enduit cristallin, recouvrant des cristaux de calcaire ou de fluorine. Souvent ces cristaux ont disparu, et il en est résulté une sorte de moule vide, ou de carcasse plus ou moins solide.

3. Galène *laminaire*, en masses offrant par le clivage des faces perpendiculaires, très-étendues et très-éclatantes (galène à grandes facettes).

4. Galène *lamellaire*, en lames plus petites ou en écailles brillantes, qui se croisent dans tous les sens.

5. Galène *grenue*, à grain fin et serré, comme celui de l'acier. C'est la galène à grain d'acier des mineurs.

6. Galène *striée* ou *palmée*, dont la surface est couverte de stries larges et divergentes.

7. Galène *spéculaire*, en enduit brillant, poli naturellement, et étendu sur différentes roches. Ce poli est dû à des frottements qui ont eu lieu dans certains filons, entre la matière même qui les remplit, et les épontes ou surfaces des roches qui les encaissent. Les mineurs du Derbyshire donnent le nom de *slickensides* à ces enduits transformés en miroirs par un phénomène géologique. Il résulte de là que le filon a peu d'adhérence avec les épontes, et lorsqu'on vient à ébranler une portion du filon, après avoir enlevé les parties inférieures qui lui servaient de support, cette portion n'étant plus soutenue, glisse sur les épontes et se détache avec une sorte d'explosion, circonstance qui a valu au minerai le nom de *galène foudroyante*, et qui produit souvent de graves accidents dans les mines du Derbyshire.

8. Galène *concrétionnée*. En petites masses mamelonnées ou cylindroïdes, enveloppant souvent différents minerais compactes ou cristallisés, et revêtues quelquefois elles-mêmes de cristaux saillants à leur surface.

9. Galène *compacte* (Bleischweif). Le grain de

est terne et si serré qu'on ne l'aperçoit qu'à la loupe. Vue de cette manière, elle rentre alors dans la série des galènes à grain d'acier.

10. Galène *terreuse* (Bleimulm). En masses pulvérulentes, de couleur bleue (plomb bleu), ou de teinte gris-noirâtre.

VARIÉTÉS DE MÉLANGES.

1. Galène *sélénifère*. De Tilkérode, au Harz, et de Fahlun, en Suède. C'est une galène dans laquelle le soufre est en partie remplacé par du sélénium, et une sorte de passage entre l'espèce que nous décrivons et celle qui viendra immédiatement après.

2. Galène *argentifère*. Variété de galène, dans laquelle le plomb est en partie remplacé par l'argent. Cette variété importante au point de vue industriel, a tous les caractères extérieurs de la galène pure : cependant, elle est plus ordinairement à petites facettes et à grains d'acier. La proportion d'argent est en général très-faible : elle n'est le plus souvent que de quelques millièmes, et on ne peut la découvrir et la séparer du plomb que par la coupellation. Dans les galènes les plus riches sous ce rapport, la proportion d'argent varie, selon M. Berthier, entre 0,01 et 0,03 pour cent. Elle atteint rarement 0,5, et plus rarement encore elle dépasse 1 pour cent. Cependant, à cause de la grande valeur intrinsèque de l'argent, ces galènes, en apparence si pauvres, sont considérées par les mineurs et exploitées par eux comme mines d'argent. On a remarqué que lorsque la galène est en filon, elle est d'autant plus argentifère, qu'elle se trouve plus rapprochée des terrains de cristallisation, mais en même temps elle est moins abondante que lorsqu'elle traverse les terrains stratifiés, comme ceux qui se composent de calcaires et de grès. Ce sont surtout les calcaires compactes des formations anciennes, qui sont les roches plumbifères par excellence.

3. Galène *cuprifère* (cupro-plumbite, Breithaupt; Kupferbleiglanz). Ce minéral, qui cristallise en cubes, et qui est d'un gris de plomb noirâtre, est composé, suivant Plattner, de sulfure de plomb et de sulfure de cuivre, dans les proportions marquées par la formule $2PbS + \text{€u}S$. Le sulfure de cuivre étant isomorphe avec le sulfure d'argent, comme on le verra plus loin, nous considérerons ce minéral, non comme une espèce à part, et qu'on ive ranger parmi les sulfures doubles, mais comme un simple ge isomorphique des deux sulfures, et comme une variété

de mélange du sulfure de plomb, puisque ce sulfure y prédomine. Il vient d'une mine du Chili, où il se trouve principalement en masses grenues, dans lesquelles on aperçoit nettement le clivage cubique, qui caractérise la galène.

4. Galène *antimonifère*. Nous ne plaçons ici que les variétés de sulfure de plomb qui sont mélangées d'une faible proportion d'antimoine. Quant aux sulfures de plomb antimonifères, beaucoup plus riches en sulfure d'antimoine, que Haüy et d'autres minéralogistes ont rapportés à la galène, ils appartiennent à l'ordre des sulfures multiples et seront décrits bientôt, non plus comme variétés de mélange, mais comme espèces particulières, sous les noms de *zinkénite*, *steinmannite*, *plagionite*, *géokronite*, *jamesonite*, etc., quand ils seront composés seulement des deux sulfures précités; sous ceux de *bournonite argentifère* (ou Freieslébénite), de *tétraédrite argentifère* (ou Weissgültigerz), quand ils contiendront en outre une proportion notable de sulfure d'argent.

5. Galène *bismuthifère*. Cette variété donne lieu aux mê observations que la précédente. Une combinaison définie entre les sulfures de plomb et de bismuth trouvera place dans l'ordre suivant, où elle sera décrite sous le nom particulier de *Kobellite*.

6. Galène *ferrifère* (galène martiale), mêlée d'une petite quantité de sulfure de fer. A Huelgoat, en Bretagne; à Saint-Sauveur, dans le Languedoc, en France. A Durham, en Angleterre.

7. Galène *platinifère*; dans le département de la Charente, en France, et dans quelques autres lieux.

8. Galène *sursulfurée* (Johnstonite) : galène mélangée d'un excès de soufre. Selon Phillips et Johnston, il existe dans la mine Dufton, en Sommersetshire, une variété de galène terreuse et bleuâtre, ressemblant beaucoup au Bleimulm, qui a la propriété de brûler à la flamme d'une bougie avec une flamme bleue, et qui, chauffée dans le tube fermé, produit un sublimé de soufre. On la regarde comme formée par un mélange intime de galène et de soufre. Il en existe de semblables à Neu-Sina, en Transylvanie; à Müsen, en Westphalie; en Irlande, etc.

Gisements et usages. — La galène est le seul minerai de plomb qui se trouve en dépôts considérables dans la nature; aussi, fournit-elle à elle seule presque tout le plomb qui est livré annuellement à la consommation. Les autres minerais, tels que le carbonate, le sulfate et le phosphate de plomb, accomp
la galène, ou, s'ils existent séparément, ils se renco

en trop petites quantités pour qu'on puisse les considérer comme des minerais utiles. Quand ils accompagnent la galène, on les ajoute au bain de fonte comme matières accessoires. Ces trois minerais secondaires affectent d'ailleurs les mêmes modes de gisement que la galène. Les manières d'être des minerais de plomb se réduisent à trois : les *filons réguliers ;* les *gîtes irréguliers* ou *gîtes de contact*, tels que les amas, les veines ramifiées, accumulées dans les portions des deux sols (le sol massif et le sol stratifié) qui sont en contact les unes avec les autres ; et enfin, les *nodules* ou *grains* disséminés dans les terrains stratifiés, notamment dans les calcaires et les grès des époques anciennes.

Les filons de galène forment le type d'une classe particulière de filons, que les géologues ont désignés par le nom de *filons plumbifères*, en prenant la partie pour le tout, parce que cette classe de filons est parfaitement distincte d'une autre classe de filons, appelés par eux *filons stannifères ;* ils en diffèrent en effet par la nature des minerais, qui sont sulfurés dans les uns, et oxydés dans les autres, par celle des gangues qui les accompagnent, par leur mode de formation et par leur âge. Les filons plumbifères peuvent être et sont souvent en même temps zincifères, argentifères et cuprifères. Ils sont en général bien réglés, c'est-à-dire, qu'ils se continuent presque en ligne droite et avec une puissance sensiblement la même sur des étendues considérables, et présentent ordinairement une structure rubannée, étant formés de bandes successives de galène et des gangues pierreuses qui l'accompagnent : celles-ci se composent, comme toujours, de calcaire, de quarz, de barytine, de fluorine, etc. La blende est le sulfure qu'on rencontre le plus souvent associé à la galène dans les filons.

La plupart des filons de plomb sont exploités dans les terrains schisteux et de transition ; mais ils remontent quelquefois dans le sol secondaire, sans aller beaucoup plus haut que l'étage du lias. Les filons ouverts dans les terrains schisteux et intermédiaires, sont ceux des environs de Clausthal, dans le Harz, qui traversent le schiste argileux et la grauwacke, ceux des environs de Freiberg, en Saxe, de l'Erzgebirge, et de Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges, qui sont au milieu du gneiss ; ceux de Pont-Gibaud, dans le département du Puy-de-Dôme, et de Viallas et Villefort dans la Lozère, qui traversent aussi des schistes cristallins ; ceux de Poullaouen et de Huelgoat, en Bretagne, qui coupent le schiste et la grauwacke ; ceux du Cornouailles et du

Devonshire, en Angleterre, qui offrent le même gisement, et ceux du Derbyshire et du Cumberland, qui sont dans le calcaire carbonifère. Un petit nombre de filons traversent les calcaires pénéen, conchylien et jurassique (Tarnowitz, en Silésie; Bleiberg, en Carinthie; comté de Durham, en Angleterre).

Les gîtes de contact, beaucoup plus irréguliers que les précédents, sont aussi très-nombreux dans la Saxe et dans le Harz: ils constituent généralement des rameaux qui pénètrent les roches cristallines avoisinantes. En France, ils sont beaucoup plus fréquents que les filons bien réglés; suivant M. Burat, on ne compte dans toute la France que cinq ou six mines de plomb qui puissent rentrer dans cette dernière catégorie, tandis que, sur le pourtour du vaste plateau de granite qui occupe le centre du pays, il existe de nombreuses exploitations de gîtes irréguliers, dont la production totale est plus que décuple de celle des filons réglés. Les mines d'Alloue et de Confolens, dans le département de la Charente, peuvent être citées comme exemples du second mode de gisement de la galène.

Le troisième mode de gisement, celui qui consiste dans la dissémination du minerai de plomb en nodules (Knotenerz), ou en grains (Sanderz) au milieu des grès ou des calcaires secondaires, s'observe au Bleiberg, près de Burlach, sur la rive gauche du Rhin, dans la Prusse rhénane; dans l'Eifel; à Leadhills, en Ecosse, etc. Le minerai est si abondamment répandu dans la roche, et mélangé avec elle d'une manière si intime, qu'on est porté à le considérer comme étant contemporain, c'est-à-dire qu'il aurait été déposé en même temps que le grès ou le calcaire qui le renferme, par des agents particuliers de sédimentation, tels que les sources minérales. Certains grès blancs sont quelquefois entièrement mouchetés de petites parties de couleur foncée, qui sont des grains ou petits noyaux de galène. Nous n'avons pas besoin d'ajouter qu'une grande partie des différents dépôts de galène que nous venons de mentionner, sont argentifères, et que cela est toujours vrai de ceux qui sont en filons dans les roches anciennes, et dans celles qui sont le mieux cristallisées.

Les principales mines de plomb, sont: 1° en France, les mines de Poullaouen et Huelgoat, près de Carhaix, dans le département du Finistère; ce sont des filons de galène, traversant des schistes argileux du sol intermédiaire, qui reposent sur le granite. C'est dans ces filons plumbifères, mais principalement vers les parties les plus voisines de la surface, qu'on a trouvé avec la

galène d'autres minéraux plumbifères, tels que le plomb carbonaté, le plomb phosphaté, le plomb gomme, etc. Ces mines de Bretagne sont les plus importantes que possède la France : elles occupent neuf cents ouvriers, et produisent par an 5000 quintaux métriques de plomb et 1500 kilogrammes d'argent. — Il existe aussi des mines de plomb à Châtelaudren, près de Saint-Brieuc ; à Pontpean, près de Rennes ; à Villefort et Viallas dans la Lozère, où la galène est argentifère ; à Saint-Sauveur, dans le Languedoc ; à Vienne, en Dauphiné, et aux environs de Pont-Gibaud, dans le département du Puy-de-Dôme.

Plusieurs autres exploitations importantes de galène argentifère, qui étaient autrefois florissantes, sont aujourd'hui abandonnées pour la plupart, bien qu'elles puissent être reprises : telles sont les mines du massif des Vosges, et particulièrement celles de Giromagny, de Lacroix-aux-Mines et de Sainte-Marie-aux-Mines. Les environs de Sainte-Marie renferment un grand nombre de filons, dont le principal, celui de Lacroix, est célèbre par sa puissance qui est de 20 mètres, et par une exploitation de plusieurs siècles poussée sur une étendue de plus d'une lieue. Ce filon a eu des périodes extrêmement productives : on a trouvé beaucoup d'argent natif dans sa partie supérieure, quelquefois en blocs de plus de 30 kilogrammes. En 1756, il fournissait encore 12000 quintaux de plomb et près de 1500 kilog. d'argent. Les filons plumbifères des environs de Giromagny sont nombreux ; ils traversent des porphyres et des schistes argileux ; — après avoir été plusieurs fois abandonnés, ils viennent d'être repris de nouveau.

2° En Savoie : les mines de Pesey et de Macot, à l'est de Moutiers. La galène y est argentifère : elle a produit par an 2000 quintaux métriques de plomb et environ 600 kilog. d'argent. Elle est en amas au milieu de schistes talqueux.

3° En Prusse : les mines du Bleiberg et de Gemund, dans la Prusse rhénane et les environs d'Aix-la-Chapelle. Ce gîte paraît appartenir à la formation du grès bigarré : il est très-faiblement argentifère. — Dans la Silésie, la mine de Tarnowitz, où le minerai est disséminé dans un calcaire de l'époque secondaire ancienne (calcaire pénéen).

4° En Autriche : la mine du Bleiberg en Carinthie, où la galène est au milieu de calcaires compactes fins ou de roches arénacées (arkoses).

5° En Angleterre : la galène y est en filons nombreux et puis-

sants, au milieu du calcaire carbonifère, qui forme dans ce pays une sorte d'axe montagneux, étendu du sud au nord, depuis le Derbyshire jusqu'en Ecosse. C'est à cause de ces circonstances que les Anglais ont donné à ce calcaire le double nom de calcaire métallifère et de calcaire de montagne. Les exploitations les plus remarquables sont celles du Derbyshire, dans les cantons nommés Kingsfield et Peak : c'est dans ces filons que l'on observe le phénomène que nous avons mentionné ci-dessus, en parlant de la galène spéculaire ; nous citerons encore les mines du Cumberland, dans les environs d'Alstonmoor : là les filons traversent des couches alternatives de calcaire et de grès, et l'on remarque qu'ils sont généralement plus puissants et plus riches dans les couches calcaires que dans celles de grès ; le plomb qu'ils fournissent contient peu d'argent. Ces différents gîtes donnent environ 180,000 quintaux métriques de plomb par an. L'Angleterre possède en outre des mines importantes de plomb dans le pays de Galles, le Devonshire, le Cornouailles, ainsi qu'à Leadhills, en Ecosse.

Le principal usage de la galène est de servir à l'extraction du plomb que consomme le commerce. Comme la galène, par le grillage, ne donne pas seulement de l'oxyde de plomb, mais encore du sulfate de plomb, on la fond ordinairement dans un four à réverbère, avec du fer métallique, qui enlève le soufre au plomb et met ce métal en liberté. On peut aussi traiter la galène par une autre méthode chimique, appelée *méthode par réaction :* elle consiste à griller le minerai d'une manière incomplète, de façon à obtenir un mélange de sulfure, d'oxyde et de sulfate. On mêle le tout intimement, et l'on fait réagir les unes sur les autres, à une haute température, les parties de ce mélange, savoir : une portion de la galène sur l'oxyde, et une autre portion sur le sulfate. Dans chacune de ces réactions, il y a production d'acide sulfureux qui se dégage, et le plomb est revivifié. Si le minerai est argentifère, le plomb qu'on obtient est un alliage de plomb et d'argent : on le nomme *plomb d'œuvre.* On en sépare le métal précieux par le procédé de la coupellation, qu'on exécute sur une grande échelle : ce procédé est fondé sur ce que le plomb fondu s'oxyde au contact de l'air, ce qui n'a pas lieu pour l'argent. On opère la fusion du mélange dans une sorte de four à réverbère, dont la sole est formée de briques recouvertes d'une couche de marne, et l'on dirige le vent d soufflet sur la surface du bain métallique. L'oxyde de

qui est spécifiquement plus léger que le plomb et l'argent fondus, se rassemble à la surface, descend vers les bords et s'écoule, à mesure qu'il se produit, par une rigole qu'on lui a ménagée. On continue l'opération, jusqu'à ce que le plomb soit entièrement transformé en litharge, et que l'argent reste isolé sous la forme d'un disque. La litharge provenant de la coupellation, est ensuite revivifiée ou réduite en plomb métallique à l'aide du feu et du charbon.

La galène est employée immédiatement par les potiers de terre, sous le nom d'*Alquifoux* : ils la réduisent en poudre, et revêtent leurs vases d'une couche de cette poudre, qui, par l'action d'un feu violent, forme un enduit vitreux, de couleur jaune, à la surface de ces vases. Si, au lieu d'un vernis jaune, on veut avoir des vernis verts ou bruns, on ajoute à l'alquifoux de l'oxyde de cuivre ou de manganèse. Outre cet emploi de la galène en nature, pour la couverture des poteries grossières, on fabrique encore avec la galène grenue, des papiers métallifères, à surfaces brillantées, dont on recouvre des petits coffrets : après avoir enduit ces papiers de colle, on les saupoudre de grains de galène plus ou moins fins.

6e Espèce. CLAUSTHALITE.

Syn. : *Clausthalie*, Beudant; *Clausthalite*, Haidinger et Dana; *Selenblei*, H. Rose. Plomb séléniuré.

Cette substance ressemble beaucoup, par son aspect extérieur, à la galène, avec laquelle elle est isomorphe, et elle a été confondue avec elle jusqu'au moment où le sélénium a été découvert. Elle a l'éclat métallique, et sa couleur, qui est le gris de mb clair, présente souvent des nuances de bleu ou de roure. Sa structure est ordinairement grenue, ou subfibreuse : a pu reconnaître dans ses grains la forme et surtout le clivi cubique. Sa dureté est de 2,5 à 3; sa densité, de 8,8.

D'après les analyses de Stromeyer et de H. Rose, elle est comée essentiellement de plomb et de sélénium, selon la formule Se; en poids, de 72,7 de plomb, et de 27,3 de sélénium. lquefois une partie du plomb est remplacée par une proporn équivalente d'argent : Rammelsberg a trouvé dans une vavenant de Tilkerode, au Harz, 11,67 d'argent. D'autres contiennent de petites quantités de cobalt (séléniure de cobalt, de la mine Lorenz, près Clausthal), ou de

cuivre (séléniure de plomb et de cuivre de Tilkerode et de Zorge). Enfin, dans une dernière variété, trouvée à Lerbach, une partie notable du plomb est remplacée par du mercure (séléniure de plomb et de mercure).

Chauffée sur le charbon, la clausthalite développe une forte odeur de raves putréfiées, et couvre le charbon d'oxyde jaune de plomb; dans le tube ouvert, elle dégage du sélénium, qu'on reconnaît à sa couleur rouge. Fondue avec la soude sur le charbon, à la flamme de réduction, elle donne du plomb métallique. Elle est attaquable par l'acide azotique: la solution donne des lamelles de plomb métallique sur un barreau de zinc.

La clausthalite se trouve au Harz dans des filons qui traversent les terrains de transition, dans le voisinage de roches dioritiques; elle est accompagnée souvent de spath brunissant, et quelquefois d'or et de palladium. Les principales localités où on la rencontre, sont : la mine Caroline, près de Lerbach; la mine Lorenz, près de Clausthal; la mine Brummerjahn, près Zorge et Tilkerode. On l'a citée aussi comme se trouvant en Saxe, dans la mine Immanuel, à Reinsberg, non loin de Freiberg.

7e Espèce. Blende.

Syn. : *Zinc sulfuré*, Haüy; *Zinkblende*, des minéralogistes Allemands; *Blende* ou *fausse Galène*, des mineurs; *Sphalérite*, Glocker.

La blende est celui des minerais de zinc qu'on rencontre le plus fréquemment dans la nature, mais il ne constitue que bien rarement des gîtes assez abondants pour qu'on puisse en tirer parti. Pendant longtemps il est resté sans usage pour la production du zinc métallique, à cause de la difficulté qu'on éprouvait à le griller; il n'en est plus de même aujourd'hui : cette opération s'exécute maintenant avec assez de facilité à l'aide fourneaux à réverbère tout particuliers; et ce minerai doit être mis en ligne de compte parmi ceux qui fournissent des produits avantageux.

Le Zinc ne s'est point offert jusqu'à présent à l'état natif: il est toujours combiné avec d'autres corps dont il faut le séparer par les procédés métallurgiques, et ses principaux composés sont : la *blende* ou le sulfure de zinc; la *calamine* ou le carbonate de zinc, et une autre combinaison oxydée, moins importante, dans laquelle la silice remplace l'acide carbonique (le silicate de zinc). Ces deux derniers ont été pendant longtemps confon-

dus ensemble sous le nom commun de *calamine* (en allemand *Galmei*).

Lorsqu'on est parvenu à obtenir le zinc à l'état parfaitement pur, il est d'un blanc bleuâtre, avec un éclat métallique très-sensible, lorsque sa surface est mise depuis peu à l'air; mais il ne tarde pas à se ternir, parce qu'il est très-oxydable; il a une t ture sensiblement lamelleuse : sa forme cristalline n'est pas :ore complètement déterminée. Il est seulement probable qu'il appartient à la série des métaux rhomboédriques : car on l'a observé quelquefois dans les fourneaux où l'on traite les minerais de zinc, cristallisé en prismes hexaèdres réguliers, dont la base est mate, et les pans fortement striés. M. G. Rose a reconnu sur ces cristaux des facettes de troncature horizontales, dont l'inclinaison sur la base était d'environ 111°. Le zinc est ductile, et peut se réduire en lames assez minces. Il passe à la filière avec plus de difficulté, et on ne peut pas en obtenir de fil d'un très-petit diamètre. Sa densité varie de 6,9 à 7,2, selon que le métal a été fondu, ou simplement laminé.

Le zinc est cassant à la température ordinaire; mais il devient malléable à quelques degrés au-dessus de 100°. Chauffé jusqu'à 200°, il redevient cassant, à un tel point qu'on peut alors le broyer aisément dans un mortier. Il entre en fusion vers 500° environ, et en ébullition à la chaleur blanche; on peut le purifier par distillation. Chauffé au contact de l'air à une température supérieure à celle de son point de fusion, il prend feu et brûle en répandant une flamme d'une blancheur éblouissante; ce qui fait qu'on l'emploie dans la composition des feux d'artifice.

Le zinc du commerce est presque toujours allié à une faible proportion de plomb, et quelquefois aussi d'un métal rare, appelé *cadmium*, qui jusqu'à présent ne s'est encore trouvé que dans les minerais de zinc. Ce nouveau métal a été découvert en 1817, dans certaines calamines de la Silésie, où il existe en petite quantité; on l'a retrouvé aussi dans quelques blendes, par exemple celles de Freiberg, en Saxe. Le cadmium est un métal ductile, d'un blanc d'étain, plus fusible et plus volatil encore que le zinc. Il fond longtemps avant la chaleur rouge, et distille à cette température. Sa densité est de 8,7. Il ne s'oxyde point sensiblement à la température ordinaire. On reconnaît sa nce dans un minerai de zinc, en traitant celui-ci sur un rbon à la flamme de réduction : il se dépose, au premier le feu, à peu de distance de la matière d'essai, un anneau

jaune ou orangé d'oxyde de cadmium, qui se voit d'autant mieux que le charbon est plus refroidi.

Les différents minerais de zinc n'ont de commun entre eux que la présence de ce métal, considéré comme élément caractéristique; ils ne possèdent d'ailleurs aucune propriété extérieure qui puisse aisément les faire reconnaître. Aucun d'eux n'a l'aspect métallique proprement dit, et leur densité est toujours au-dessous de 6. Ils sont tous assez facilement réductibles sur le charbon, au moyen d'un grillage ménagé et avec l'emploi du carbonate de soude. Ils répandent sur le charbon une poussière blanche, dite *fleurs de zinc*, qui entoure le globule sans lui être contiguë, et qui se volatilise facilement sans colorer la flamme. Si l'on plonge dans le minerai revivifié un fil de cuivre rouge, on le transforme immédiatement en laiton, reconnaissable à sa couleur jaune. Revenons maintenant à la blende, le plus commun de ces minerais, et le seul qui appartienne à l'ordre des sulfures.

Caractères essentiels de la Blende.

Composition chimique. ZnS; sulfure de zinc. En poids : zinc 66,72; soufre 33,28. Le zinc est remplacé souvent, en petite quantité, par du fer ou du cadmium.

Système cristallin : Le cubo-tétraédrique.

Forme fondamentale : Le cube, avec hémiédrie polaire, et clivage rhombododécaédrique.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les formes dominantes dans cette espèce sont : le tétraèdre, le tétra-trièdre, et le rhombododécaèdre. Des clivages d'une grande perfection ont lieu parallèlement aux faces du dodécaèdre rhomboïdal, et par conséquent avec la même netteté dans six directions différentes. Il résulte de cette multiplicité de clivages, que l'on peut extraire d'une masse de blende cristallisée un grand nombre de formes polyédriques, en faisant diverses combinaisons de ces clivages (voyez 1er vol., pages 237 et 238). C'est ainsi que l'on peut obtenir, outre le dodécaèdre complet, un sphénoèdre ou tétraèdre à faces isoscèles, avec angles dièdres de 60° et de 90°; une pyramide droite, avec une base rhombe de 109°28' et des pans inclinés sur cette base de 60°; un octaèdre droit à base carrée, ou à base rhombe; et un rhomboèdre obtus de 120°.

PHYSIQUES. — Aspect : la blende est du petit nombre des sul-s qui sont transparents et dépourvus de l'éclat métallique : rface est très-brillante dans les cassures fraîches, mais son éclat est du genre de ceux qu'on nomme gras ou adamantin. Sa couleur, quand le minéral est pur, est le jaune-verdâtre, mais elle passe fréquemment au rouge, au brun, et au noir, par suite le mélanges avec d'autres sulfures ; les blendes ferrugineuses ont généralement d'un noir foncé. Quelquefois les teintes sont variables dans le même échantillon. Les degrés de transparence varient par les mêmes causes, en passant par la translucidité, pour arriver jusqu'à l'opacité complète. La blende, à raison de cristallisation régulière, n'a que la réfraction simple : cepen-t les lames de blende jaune, placées dans la pince aux tourmalines, dépolarisent la lumière qui les traverse et rétablissent la transparence.

Dureté : 3,5. La blende est tendre et cassante. Sa cassure lamelleuse, ou conchoïdale. — Densité : de 3,9 à 4,2. C'est un des sulfures les plus légers ; et sa dureté est inférieure à celle de la fluorine.

Phosphorescence : certaines variétés de blende, surtout celles de couleur jaune, sont très-phosphorescentes par frottement dans l'obscurité ; et pour développer en elles cette propriété, il suffit même de les frotter avec une plume.

CHIMIQUES. — La blende décrépite souvent avec force sous l'action du chalumeau ; mais elle est presque infusible par elle-même, ou du moins elle ne fond que très-difficilement, et seulement sur les bords les plus minces. Elle ne donne par le grillage qu'une faible odeur d'acide sulfureux. Mais si on la chauffe, après l'avoir broyée et humectée d'acide sulfurique, elle répand une forte odeur d'hydrogène sulfuré. Chauffée très-fortement sur le charbon, à la flamme d'oxydation, elle donne des fleurs blanches de zinc. Elle est soluble, mais avec difficulté, dans l'acide azotique : sa solution donne par les alcalis un précipité blanc qui se redissout par un excès du corps précipitant.

Analyses de la blende lamelleuse :

	1° Lamelleuse, par Arfwedson.	2° D'Angleterre, par Berthier.	3° De Przibram, par Lowe.
Soufre	33,66	33	32,75
Zinc	66,34	61,5	62,62
Fer	» »	4,0	2,20
Cadmium	» »	»	1,78

Analyses de blendes ferrugineuses, dites *marmatites* :

	1° De Toscane, par Bechi.	2° Der Marmato, par M. Boussingault.	3° Du dépt. du Var, par Lecanu.
Soufre. . . .	32,12	28,60 . . .	30,2
Zinc.	50,90	43,00 . . .	50,2
Fer.	11,44	15,70 . . .	10,8
Cadmium. . .	1,23	» . . .	»

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : b^1, $b^{3/2}$.
— sur les angles : a^1, a^2, a^3.

Les formes simples, et les principales combinaisons, observées dans la nature, donnent les variétés suivantes :

1. La blende *tétraèdre*, forme hémiédrique de l'octaèdre a^1, fig. 169, pl. 26. A Sainte-Agnès, en Cornouailles ; au Derbyshire ; à Kapnick, en Transylvanie.

2. La blende *octaèdre* a^1. Cette forme est la combinaison du tétraèdre précédent, avec son inverse. C'est une forme composée, qui se présente le plus souvent sous l'apparence d'un tétraèdre épointé, les deux ordres de faces se distinguant l'un de l'autre par une différence d'étendue bien marquée.

3. La blende *dodécaèdre* b^1. C'est la forme que Haüy avait choisie comme forme primitive, par la raison qu'elle est clivable parallèlement à toutes ses faces. Cette variété, ainsi que la précédente, est fréquemment hémitrope (blendes transposées, de ce minéralogiste), et cette circonstance se reproduit dans plusieurs des variétés suivantes. L'hémitropie a toujours lieu suivant la même loi : plan d'hémitropie parallèle à une face de l'octaèdre régulier, et axe de révolution normal à cette même face.

4. La blende *cubo-octaèdre* alterne, Haüy, pa^1 ; fig. 170. Ce solide ne présente point ici la symétrie du cubo-octaèdre dans le système cubique ordinaire ; il s'offre sous un aspect tout différent, parfaitement en rapport avec la symétrie propre au système tétraédrique.

5. La blende *biforme* $^{1/2}(a^1)\, b^1$ (fig. 171). Combinaison du tétraèdre avec le dodécaèdre rhomboïdal. Cette variété de forme et les suivantes sont éminemment caractéristiques, dans le sys-

tème particulier de la blende. Haüy a donné le nom de *biforme* à une variété composée du même dodécaèdre et de l'octaèdre entier. Mais, à proprement parler, cette combinaison est ternaire, puisque l'octaèdre est ici une forme composée de deux tétraèdres parfaitement indépendants.

6. La blende *didodécaèdre*, Haüy, $^{1}/_{2}(a^{3})b^{1}$, fig. 173. Cette autre combinaison binaire se compose du dodécaèdre rhomboïdal et d'un tétratrièdre, moitié du trapézoèdre a^{3}; ce tétratrièdre est un second dodécaèdre à triangles isoscèles, portant l'empreinte du tétraèdre : c'est un tétraèdre pyramidé. L'incidence de a^{3} sur a^{3} est de 129°31'. Cette forme présente un assortiment de douze trapézoïdes, qui répondent aux faces du rhombododécaèdre, et de douze triangles isoscèles allongés, réunis trois à trois par leurs sommets, et deux à deux par leurs bases : elle est représentée ici dans son état simple, qui n'est pas son état habituel. Ses cristaux subissent l'hémitropie ordinaire, parallèlement à une face de l'octaèdre régulier, ce qui amène un changement dans l'assortiment des deux ordres de faces, et l'on s'aperçoit de ce dérangement lorsqu'on veut cliver le cristal, par les lames qui sont situées comme à contre-sens dans les deux parties transposées.— En Angleterre, au Cornouailles, et dans le Derbyshire, à Kapnick, en Transylvanie.

7. La blende *apophane*, Haüy. $^{1}/_{2}(a^{3})b^{1}\ ^{1}/_{2}(a^{1})$. C'est la variété précédente, augmentée des faces du tétraèdre, qui font mieux ressortir encore la symétrie propre au minéral. Cette variété, comme la précédente, est presque toujours à l'état d'hémitropie.

8. La blende *triforme* (fig. 172). C'est la combinaison du cube, du dodécaèdre, et du tétraèdre régulier. Haüy a donné ce nom de triforme à une combinaison qui est véritablement quaternaire, puisque l'octaèdre, qu'il comprend au nombre de ses éléments, comme s'il était une forme simple, est déjà lui-même une combinaison binaire. A Kapnick, en Transylvanie.

Les cristaux de blende ont une grande tendance à former des hémitropies, d'après la loi que nous avons déjà indiquée, c'est-à-dire de manière que le plan d'hémitropie soit parallèle, et l'axe de révolution normal à une des faces de l'octaèdre régulier.

Le groupement a lieu par simple juxta-position, ou bien avec croisement partiel, et cela, non-seulement dans les cristaux proprement dits, mais encore dans les masses cristallines informes;

et il se répète souvent, soit avec des faces de jonction parallèles, soit avec des faces de jonction inclinées.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES ACCIDENTELLES.

Les variétés principales de blende qui rentrent dans cette catégorie, sont les suivantes :

La blende *laminaire :* c'est une blende spéculaire ou miroitante, à grandes lames brillantes et diversement entrelacées, composant des masses qui sont quelquefois criblées de cavités.

La blende *lamellaire :* à petites lames mêlées et inclinées dans toutes les directions. Cette variété est souvent mélangée de cuivre pyriteux, de sulfure de fer et de galène : elle est très-commune en Hongrie. On la trouve en petites lames noirâtres, avec le calcaire spathique ou la dolomie, dans les roches de la Somma, au Vésuve.

La blende *radiée* (Strahlige Blende, Werner). En masse solide, fibreuse et radiée, de couleur brunâtre, avec un éclat tirant sur le perlé. A Przibram, en Bohême; à Felsöbanya, en Hongrie. Elle contient souvent du cadmium.

La blende *concrétionnée,* nommée aussi blende testacée (Schalenblende), blende hépatique (Leberblende), blende striée et compacte. En masses mamelonnées ou globuliformes, à structure testacée, et à texture fibreuse ou compacte : l'intérieur des mamelons ou des globules paraît ordinairement comme strié du centre à la circonférence. Cette variété est presque toujours [illegible] brun rougeâtre, et son éclat varie du mat au luisant de la [illegible]e. Les fragments sont opaques, ou faiblement translucides sur les bords. A Geroldseck, pays de Bade, dans un filon de galène; à Raibel, en Carinthie; aux environs d'Aix-la-Chapelle.

Comme variétés de mélanges, on distingue les blendes cadmifères et les blendes ferrugineuses. Les premières sont brunes ou rougeâtres : on leur a donné quelquefois le nom de *Przibramite.* Les dernières sont presque toujours de couleur noire plus ou moins foncée. Les plus ferrugineuses ont reçu le nom de *marmatites,* que M. Boussingault leur a donné, parce qu'il en a trouvé surtout aux environs de Marmato, dans la province de Popayan, en Colombie. Ce sont les mélanges qui produisent surtout les grandes variations de couleur que l'on remarque dans cette espèce. Considérée sous le rapport de la coloration, la blende peut se partager en trois variétés principales, que les

minéralogistes allemands ont distinguées avec beaucoup de soin :

1° La blende *jaune;* Gelbe Blende, Werner. C'est la plus pure, la moins mélangée : elle est transparente, très-lamelleuse, et phosphorescente. Elle offre diverses teintes de jaune, qui ent depuis le jaune citrin ou vert jaunâtre du soufre, jus-'au jaune miellé ou rougeâtre du succin. Les plus beaux upes de cristaux de blende appartiennent à cette variété. On trouve à Kapnick, en Transylvanie, où ils s'associent au fer hique, au calcaire brunissant, au cuivre gris, au manganèse furé, et au manganèse carbonaté ou silicaté. On trouve aussi la blende jaune à Felsöbanya, à Nagy-Banya et Schemnitz, Hongrie; à Ratieborziz, en Bohême; à Scharfenberg, Schwar-berg, et Rittersgrün, en Saxe; au Rammelsberg, dans le Harz; en France, à Baigorry, dans les Pyrénées.

2° La blende *brune;* Braune Blende, Werner. Cette variété est s commune que la précédente : elle forme quelquefois des sses très-volumineuses. Elle est moins transparente que la blende jaune et se clive avec moins de facilité. Ses teintes varient du brun jaunâtre au brun rougeâtre et au rouge du grenat. On trouve en cristaux, en masses laminaires et en masses radiées ou fibreuses. La blende brune de Freiberg, en Saxe, analysée par Children, a donné du cadmium. Cette variété se trouve à Alston-Moor, dans le Cumberland, avec la galène et la fluorine, et dans les mines du Derbyshire, du Northumberland et du Leicester, en Angleterre; dans celles de Freiberg, en Saxe; dans la mine de plomb de Chatel-Audren, département des Côtes-du-Nord, en France. La blende brune s'associe fréquemment à la barytine, au calcaire spathique, à la fluorine et au quarz hyalin.

3° La blende *noire;* Schwarze Blende, Werner. Cette variété est plus rare que la précédente : sa couleur est tantôt d'un noir de velours (la marmatite), tantôt d'un noir grisâtre ou rougeâtre. Elle est opaque, ou tout au plus translucide sur les bords. On la trouve soit en cristaux, soit en masses lamellaires. Elle est très-mélangée et contient, outre le fer, du manganèse et quelques autres substances métalliques. Les minéraux qui l'accompagnent le plus constamment sont : le cuivre pyriteux, le fer sulfuré, le fer hydraté, la galène, l'argent rouge, le quarz hyalin et le calcaire spathique. A Freiberg, Annaberg, Breitenbrunn et Schwarzenberg, en Saxe; dans les mines de la Bohême, de la Hongrie et de la Sibérie.

Gisements et usages. — La blende se présente assez fréquemment dans la nature : elle est répandue dans presque toutes les formations, depuis les terrains primordiaux les plus anciens jusqu'aux terrains de sédiment moyens; mais elle est rarem assez abondante dans un même lieu pour constituer à elle un véritable gîte de minerai. On ne la trouve guère que les filons de galène, de fer sulfuré, de cuivre pyriteux, de me gris, etc., et c'est surtout dans les filons plumbifères qu'ell montre le plus communément : elle est presque inséparable la galène; et comme elle lui ressemble beaucoup par l' brillant de ses lames, on l'a quelquefois confondue avec elle : là les noms de blende (trompeur) et de pseudo-galène qui ont donnés à cette substance par les anciens minéralogistes. quelques auteurs, le nom de blende, qui veut dire aussi *b* lui aurait été donné à raison du vif éclat dont elle est douée. Les substances pierreuses qui l'accompagnent le plus ordinairement, sont : la fluorine, le calcaire spathique, le quarz et la barytine.

Les gisements de la blende étant presque les mêmes que ceux de la galène, nous pourrions nous contenter de renvoyer à l'article de cette espèce. Cependant nous croyons devoir indiquer ici les principaux terrains où elle s'est montrée d'une manière remarquable :

1° Dans les terrains de cristallisation. La blende est assez dans les roches granitiques; mais elle se montre dans les qui traversent le gneiss, le micaschiste, les stéaschistes et ui argileux, et dans les couches subordonnées à ces roches pr pales. Sa variété lamellaire forme quelquefois de petits an n des veines irrégulières au milieu du micaschiste; elle est d minée en grains jaunâtres dans les dolomies du mont Saint-Gothard et de la vallée de Binne en Valais, où elle s'associe au sulfure rouge d'arsenic.

2° Dans les terrains de transition : c'est surtout dans ces terrains que la blende est plus abondante. On la trouve rarement dans la syénite et autres roches massives dépendantes de ces terrains, mais assez fréquemment dans les grauwackes, les schistes argileux et les roches calcaires qui terminent la série de ces terrains.

3° Dans les terrains de sédiment inférieurs : la blende ne se montre plus là, que disséminée en petites parties dans les grès du terrain houiller, et dans la houille elle-même; au milieu des

arkoses et dans le calcaire pénéen (ou zechstein). La blende semble s'arrêter au Muschelkalk ou calcaire conchylien, ainsi que la galène; cependant on en retrouve encore des traces dans les calcaires à gryphites, et jusque dans les lits pyriteux de l'argile plastique, situés à la base des terrains tertiaires. On a aussi observé la même substance disséminée en petites lames noirâtres dans les roches de dolomie cristalline de la Somma, au Vésuve.

Nous avons dit que, pendant longtemps, la blende avait été rejetée des travaux métallurgiques, à cause de la difficulté que présente son grillage; mais aujourd'hui que son traitement a été perfectionné, on la recherche et on l'exploite à part avec avantage, pour en retirer, soit le métal lui-même, soit seulement son oxyde, qui sert à la fabrication du laiton ou cuivre jaune, alliage de zinc et de cuivre, dans les proportions de 35 du premier métal et de 65 du second. Cet alliage se préparait, autrefois, uniquement avec la calamine (ou le carbonate de zinc), qui alors était le seul minerai employé, et qui passe encore aujourd'hui pour le principal des minerais de zinc. Par la calcination, cette calamine perd son acide carbonique et se ramène à l'état d'oxyde de zinc. La calamine est souvent associée à du silicate de zinc, avec lequel le carbonate se mélange intimement dans les masses compactes et terreuses qui, seules, constituent de grands dépôts : ce sont ces variétés mélangées, qui sont désignées par les mineurs sous le nom de *calamines*, de *pierres calaminaires;* mais le silicate ne peut donner que très-peu de zinc dans le traitement qu'on fait subir aux calamines, de sorte qu'on ne doit pas le considérer ici comme un véritable minerai.

Le traitement métallurgique des minerais de zinc (blendes et calamines) consiste dans la réduction en poudre de ces minerais, leur grillage dans des fours à réverbère convenablement appropriés, et le traitement subséquent du minerai grillé, qui est de l'oxyde de zinc pur ou un mélange d'oxyde et de sulfate, par le charbon, dans des cornues de terre ou des creusets d'argile, auxquels on donne la forme qui convient, pour obtenir le métal par distillation. Ces cornues ou creusets sont munis de longues allonges, qui descendent en traversant la grille du fourneau, vers une terrine placée au-dessous, et qui est remplie en partie d'eau pour recevoir le métal fondu. Celui-ci se trouve donc soumis à cette espèce de distillation qu'on nomme *per des-*

censum. La vapeur du zinc descend par les tuyaux, s'y condense, et le métal en fusion coule dans la terrine. La Silésie, dans la Prusse proprement dite, et les environs d'Aix-la-Chapelle, dans la Belgique et la Prusse rhénane, présentent les gîtes les plus célèbres et les plus importants de calamine; et plusieurs contrées de l'Angleterre fournissent de la blende en abondance.

Quand on veut avoir du laiton, on ajoute préalablement au mélange de minerai et de charbon, une quantité de cuivre convenable, et on obtient immédiatement l'alliage que l'on désire.

Autrefois le zinc n'était employé que pour former des alliages, et principalement du laiton; mais, depuis un certain nombre d'années, les usages de ce métal ont pris parmi nous un développement considérable, surtout depuis qu'on est parvenu à le laminer en feuilles minces; car, sous cette forme, il remplace avec avantage, dans un grand nombre de cas, les lames de plomb, de cuivre et de fer-blanc. On s'en sert pour couvrir des édifices, et pour confectionner des baignoires et autres vases ou ustensiles domestiques de grandes dimensions; mais ces vases ne peuvent servir pour conserver des aliments, parce que le zinc s'oxyde facilement au contact de l'air, en présence des acides, et donne des sels vénéneux. Aujourd'hui, on recouvre de zinc une foule d'objets en fer, pour les préserver de la rouille. Nous avons déjà dit que la poussière de zinc avait la propriété de brûler vivement avec une flamme éblouissante, et que cette propriété était mise à profit par les artificiers.

Le zinc est encore employé dans la médecine et dans l'industrie à l'état d'oxyde et de sulfate, sous les noms vulgaires de *fleur de zinc* et de *vitriol blanc*. Sous le nom de *blanc de zinc*, on substitue maintenant l'oxyde de ce métal à celui du plomb, dans toutes les couleurs dont la céruse formait anciennement la base. Cette substitution est avantageuse; car le blanc de zinc ne paraît pas exercer, comme la céruse, une action délétère sur la santé des ouvriers, et surtout des peintres en bâtiments, si sujets à de violentes coliques.

8e ESPÈCE. ALABANDINE.

Syn. : *Manganblende*; *Schwarzerz*, Hausmann; *Manganèse sulfuré*, Haüy.

Substance d'un éclat métallique très-imparfait, et d'un noir brunâtre, à poussière verte, se présentant le plus souvent en masses irrégulières, mais à structure cristalline, ou bien en

veines et en enduits. Quand elle est lamelleuse, elle se prête assez facilement à un triple clivage, qui paraît cubique; et, de plus, on observe des traces de clivages parallèles aux faces d'un rhombododécaèdre, ce qui achève de déterminer le système cristallin de la substance.

Sa densité est de 3,9; sa dureté, de 3,5. Elle est légèrement cassante. C'est un monosulfure de manganèse, contenant sur 100 parties : manganèse 63,23, et soufre 36,77.

Analyse par Arfwedson de l'alabandine de Transylvanie :

Manganèse.	62,10
Soufre.	37,90
	100,00

Ce minerai donne dans le tube fermé de l'acide sulfureux, et avec le borax, la réaction ordinaire du manganèse. Il est soluble dans l'acide chlorhydrique, avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Il se dissout aussi très-bien dans l'acide azotique; et la solution précipite abondamment en blanc par le ferro-cyanure de potassium.

Cette substance se trouve en petites veines avec les manganèses roses, les spaths brunissants et les minerais de tellure, dans les filons de Kapnick et de Nagyag, en Transylvanie; à Gersdorf, en Saxe; à Alabanda, en Carie; au Mexique; et au Brésil, à Rocinha da Gama, dans la province de Minas-Geraes.

9e Espèce. **Linnéite** (Haidinger).

Syn. : *Koboldine*, Beudant; *Cobalt sulfuré*, Dufrénoy; *Siegénite*; *Kobaltkies*, Hausmann; Schwefelkobalt.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Sulfure de cobalt, de la formule Co^3S^4, qu'on peut décomposer ainsi : $CoS + Co^2S^3$, ce qui assimilerait sa composition atomique à celle du fer magnétique. En poids : soufre 42,1, et cobalt 57,9.

Forme fondamentale : Le cube, avec des modifications toutes holoédriques.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Ce minéral s'offre communément sous les formes de l'octaèdre régulier et du cube; ses cristaux sont sou-

vent hémitropes, et le plan d'hémitropie est parallèle à une face de l'octaèdre; ils ne présentent point de clivages sensibles, et sont dépourvus du caractère hémiédrique, circonstances qui distinguent cette espèce de la cobaltine (ou cobalt gris), que nous aurons bientôt à décrire.

Physiques. — Aspect métallique, avec une couleur d'un gris d'acier ou d'un blanc d'argent, nuancée de rouge ou de jaunâtre.

Densité, 4,9. — Dureté, 5,5. — Il est cassant, et sa cassure est inégale.

Chimiques. — Ne donnant aucune odeur arsenicale, au chalumeau, ce qui le distingue à la fois de la smaltine et de la cobaltine; mais répandant des vapeurs sulfureuses. Fusible à la flamme de réduction, en un globule gris, qui, fondu avec le borax, le colore en bleu intense.

Analyses :

	1. De la Linnéite de Suède, par Hisinger.	2. De la Linnéite de Siegen, par Wernekink.
Soufre	38,50	41,00
Cobalt	43,20	43,36
Fer	3,53	5,31
Cuivre	14,40	4,10

	3. De la Linnéite, dite Carrollite, par Smith.
Soufre	41,93
Cobalt	37,25
Cuivre	17,48
Fer	1,26
Nickel	1,54

VARIÉTÉS DE MÉLANGES.

1. Linnéite *ferrifère*. Une partie du cobalt est quelquefois remplacée par du fer, dans les variétés provenant de la Suède, ou du pays de Siegen; la proportion de fer va quelquefois jusqu'à 5 pour cent, comme le prouve une analyse de la linnéite de Müsen, par Wernekink.

2. Linnéite *nickélifère*. Le cobalt peut être remplacé en partie par du nickel, et cette circonstance se remarque dans les variétés du pays de Siegen, comme dans celles de l'Amérique du Nord (Maryland et Missouri). Il peut même arriver que la proportion du nickel l'emporte de beaucoup sur celle du cobalt : on a alors

une autre espèce, analogue à celle que nous décrivons maintenant, un *sulfure de nickel cobaltifère*, que nous indiquerons tout-à-l'heure, en la distinguant sous le nom particulier de *Siegénite*.

3. Linnéite *cuprifère*. Le cobalt peut aussi être remplacé en partie par du cuivre, dont la proportion peut aller jusqu'à 18 pour cent, comme on le voit dans des variétés du Maryland, aux Etats-Unis, analysées par Smith et Brush; ces variétés ont été décrites par Faber sous le nom particulier de *carrollite*, parce qu'on les a trouvées dans le comté de Carroll (Etat de Maryland), où elles sont associées au cuivre pyriteux et au cuivre panaché. Leur composition atomique est la même que celle des linnéites ordinaires, si l'on admet qu'un atome de cobalt puisse être remplacé par un atome double de cuivre Gu.

Un sulfure de cobalt, qui, d'après l'analyse qu'en a faite Middleton (1), aurait une autre composition que celle de la linnéite, et pourrait être rapporté à une formule plus simple CoS, a été trouvé à Syepoor, près de Rajpootanah, dans l'Inde, disséminé dans un micaschiste, et accompagné de pyrite magnétique. Il est en masse grenue, d'un gris d'acier tirant sur le jaunâtre, et renferme sur 100 parties, 64,64 de cobalt et 35,86 de soufre. Middleton a proposé de le désigner sous le nom de *Syepoorite*. Les bijoutiers de l'Inde s'en servent, dit-on, pour donner à l'or une couleur rose.

Gisements. — La linnéite ou koboldine est une substance encore très-rare, surtout à l'état de cristaux. On l'a d'abord trouvée en Suède, dans la mine de Bastnaës, près de Riddaryttan, en masses grenues, très-brillantes, dans un gneiss, avec du cuivre pyriteux et de l'amphibole actinote; on l'a retrouvée ensuite en grains cristallins à Loos, en Helsingland, associée à des pyrites, à du cobalt arsenical, du sulfo-arséniure de nickel et du bismuth natif. Elle a été indiquée par M. Wernekink, comme cristallisée en octaèdres et en cubo-octaèdres, à Müsen, dans le pays de Siegen, en Westphalie; elle y est dans des filons qui traversent le sol intermédiaire, avec pyrite, cuivre pyriteux, fer spathique, galène et barytine. Enfin, on l'a retrouvée aux Etats-Unis d'Amérique, dans le Maryland et dans le Missouri.

(1) *Philosophical Magasine*, tome XXVIII, p. 352.

10e Espèce. Siegénite.

Syn. : *Nickel-Kobaltkies; Linnéite de Nickel.*

Cette substance a été confondue avec l'espèce précédente, et considérée comme un sulfure de cobalt nickélifère; mais, d'après les analyses de Schnabel et d'Ebbinghaus, le sulfure de nickel y est en quantité prédominante, et doit par conséquent déterminer l'espèce. Sa composition chimique se rapporte d'ailleurs à une formule toute semblable, qu'on peut écrire ainsi : $(Ni, Co)^3 S^4$.

Analyse de la Siegénite :

	1° Par Schnabel.	2° Par Ebbinghaus.
Soufre	41,98	42,30
Nickel	33,64	42,64
Cobalt	22,09	11,00
Fer	2,29	4,69

La densité de ce minéral varie, comme celle de la linnéite, de 4,8 à 5. Au chalumeau, il donne l'odeur sulfureuse, et fond à la flamme de réduction, en un globule gris et magnétique. On le trouve cristallisé en octaèdres à Siegen, en Prusse.

APPENDICE.

On peut rapporter à cette espèce, comme variété de mélange, due au remplacement d'une partie de soufre par du bismuth, et par conséquent désigner sous le nom de *Siegénite* ou *Nickel sulfuré bismuthifère*, le minéral que les Allemands ont nommé *Nickelwismuthglanz*, et *Wismuthnickelkies*, et dont la composition peut être représentée par la formule $(Ni, Co)^3 (S, Bi)^4$. Quelques savants en ont fait une espèce à part, qui se trouve indiquée dans leurs ouvrages sous les noms de *Saynite* (de Kobell), et de *Grunauite* (Nicol), parce que ce minéral a été observé à Grunau, dans le comté de Sayn-Altenkirchen, en Westphalie; il y est associé au quarz et au cuivre pyriteux. Il a l'éclat métallique, avec une couleur d'un gris d'acier clair, passant au blanc d'argent, et une nuance jaune superficielle. Il est cristallisé en octaèdres et en cubes, et offre des traces d'un clivage octaédrique. Sa dureté est de 4,5 ; sa densité, de 5,14.

Analyses du nickel sulfuré bismuthifère :

	1° Par De Kobell.	2° Par Schnabel.
Soufre.	38,46	33,10
Bismuth.	14,11	10,41
Nickel.	40,65	22,78
Cobalt.	0,28	11,73
Cuivre.	1,68	11,56
Fer.	3,48	6,06

Ce minéral fond au chalumeau, en donnant une odeur sulfureuse, et après un bon coup de feu, se transforme en un globule gris, cassant et attirable à l'aimant. Avec le borax, il donne ιction du nickel, et quelquefois celle du cobalt. Il est so- ıle dans l'acide azotique, en abandonnant du soufre; la liqueur . résulte est colorée en vert, et donne par l'eau un précip blanc.

11e Espèce. Cobaltine (Beudant).

Syn. : *Cobalt gris*, Haüy; *Cobalt éclatant*; *Kobaltglanz*, des minéralogistes Allemands.

La Cobaltine est, après la Smaltine dont nous avons parlé (voyez page 307), le plus important des minerais de cobalt. Ces deux espèces ont, extérieurement, beaucoup de ressemblance entre elles : car elles paraissent, au premier abord, cristalliser de la même manière, et elles sont toutes les deux d'un gris métallique, ce qui est cause qu'on les a souvent confondues l'une avec l'autre. Cependant, la cobaltine diffère de la smaltine par un éclat plus vif, de là le nom de *cobalt éclatant* qu'on lui a donné; elle en diffère par sa composition, puisqu'elle est un arséni-sulfure, tandis que la smaltine n'est qu'un arséniure simple de cobalt; elle en diffère encore par sa cristallisation, en ce que la smaltine appartient au système cubique ordinaire, et n'est pas clivable d'une manière sensible, tandis que la cobaltine se rapporte au sous-système hexa-diédrique, et se clive avec beaucoup de netteté parallèlement aux faces du cube.

Cette espèce et les quatre suivantes, qui terminent la première tribu de l'ordre des Sulfures, composent un genre très-naturel et l'un des plus intéressants du règne minéral, en ce que ce genre, caractérisé déjà par une formule de composition des plus simples rR^2, nous offre encore cette particularité vraiment remarquable, de renfermer toutes les espèces, connues jusqu'à ce

moment, qui cristallisent sous les formes dérivées du dodécaèdre pentagonal, et des espèces qui toutes sont à bases des métaux les plus attirables à l'aimant. Les deux espèces les plus importantes de ce groupe, sont : la *Pyrite* et la *Cobaltine;* ces deux espèces présentent exactement les mêmes variétés de formes cristallines, et les mêmes stries caractéristiques sur les faces du cube : seulement, les combinaisons sont plus nombreuses dans la première espèce, qui est beaucoup plus répandue que la seconde.

Caractères essentiels de la Cobaltine.

Composition chimique : Arséni-sulfure de cobalt, de la formule: Co (S^2, As^2); contenant, en poids : cobalt 35,47; soufre 19,35; arsenic 45,18. Une partie du cobalt est souvent remplacée par du fer.

Système cristallin : Le système hexa-diédrique, c'est-à-dire le système cubique, à modifications hémiédriques, conduisant au dodécaèdre pentagonal.

Forme fondamentale : Le cube, avec la symétrie propre au système hexa-diédrique; ou bien, l'hexadièdre ou dodécaèdre pentagonal. La première forme est clivable parallèlement à ses faces.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Cette espèce est toujours cristallisée sous les mêmes formes que la pyrite ordinaire : en cubes, offrant le plus souvent, comme ceux de la pyrite, les stries caractéristiques du genre d'hémiédrie que leur assigne leur structure moléculaire; en octaèdres réguliers, ou bien sous les formes propres au système hexadiédrique : le dodécaèdre pentagonal, l'icosaèdre, etc. Les cristaux sont clivables, avec beaucoup de netteté parallèlement aux faces du cube. Ils sont généralement remarquables par leur grosseur, comme aussi par le brillant et le poli de leurs faces.

Physiques. — Densité, 6,2. — Dureté, 5,5. Le minerai est cassant; la cassure est inégale et imparfaitement conchoïdale. Aspect métallique, avec une couleur d'un blanc d'argent nuancé de rougeâtre. La poussière est d'un noir tirant sur le gris.

Chimiques.— Les éléments essentiels sont : l'arsenic, le soufre et le cobalt; mais quelques centièmes de ce métal sont souvent remplacés par une proportion de fer chimiquement équivalente

Chauffée fortement dans le tube ouvert, la cobaltine donne en même temps l'odeur d'arsenic et celle de l'acide sulfureux. Sur le charbon, elle développe une forte odeur arsenicale, et fond en un globule gris, faiblement magnétique. La plus petite parcelle de ce résidu, fondue avec le borax, donne un vert-bleu extrêmement intense. Il est attaquable par l'acide azotique, avec dégagement d'acide arsénieux : la solution, rose ou violâtre, précipite en brun-rouge par les alcalis.

VARIÉTÉS DE FORMES CRISTALLINES.

Modifications ordinaires : a^1 ; $^{1}/_{2}b^2$; plus rarement, $i = b^1 b^{1/2} b^{1/3}$.

Les variétés de formes cristallines étant les mêmes que celles que l'on rencontre le plus ordinairement dans la pyrite, nous renverrons à cette espèce, pour les détails qui les concernent. Nous nous bornerons ici à mentionner, comme les formes les plus communes : le *cube p*, l'*octaèdre* a^1, le *dodécaèdre pentagonal* $^{1}/_{2}b^2$, le *cubo-dodécaèdre* $p\,^{1}/_{2}b^2$, l'*icosaèdre* (ou octaédro-dodécaèdre) $a^1\,^{1}/_{2}b^2$, le *cubo-icosaèdre* $p\,a^1\,^{1}/_{2}b^2$, et cette dernière forme modifiée par les faces d'un dodéca-dièdre $^{1}/_{2}(b^1 b^{1/2} b^{1/3})$, assez commun dans les cristaux de pyrite, où il se montre seul, tandis que, dans la cobaltine, il est très-rare et toujours subordonné au cubo-icosaèdre.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES IRRÉGULIÈRES.

Indépendamment des variétés régulièrement cristallisées, la cobaltine s'offre aussi à l'état de masses grenues, lamellaires, ou compactes.

VARIÉTÉS DE MÉLANGE.

Cobaltine *ferrifère*. Dans quelques échantillons de cobalt gris, le cobalt est en petite quantité remplacé par du fer, sans que ce remplacement modifie d'une manière bien sensible les propriétés de l'espèce. Mais, il peut arriver que, sans que la composition atomique soit altérée, l'arséni-sulfure de cobalt devienne beaucoup plus riche en fer, et dans ce cas, la cristallisation et les autres caractères physiques peuvent être complètement changés. On a alors les variétés décrites sous les noms de *Danaïte*, de *Glaukodote*, dont nous parlerons plus loin, à l'article du Mispickel ou arséni-sulfure de fer prismatique.

Gisements et usages. — La cobaltine existe en filons, en petits amas ou en nids dans les terrains de gneiss, où elle est accompagnée de cuivre pyriteux, de pyrite ordinaire, de fer magnétique, de quarz, de calcaire spathique, d'amphibole hornblende, etc. Ses principaux gîtes sont : ceux de Tunaberg, de Hakambo, et de Riddarhyttan, en Suède ; de Skutterud, en Norwège. Elle existe encore à Querbach, en Silésie, et à Siegen, en Westphalie ; à Sainte-Marie dans les Vosges, en France ; et dans le Connecticut, aux Etats-Unis. Ce minerai de cobalt est exploité avec soin en Suède : il est plus rare que la smaltine, mais beaucoup plus pur, et à la fois plus riche en métal.

12e Espèce. **Disomose** (Beudant).

Syn. : *Gersdorffite*, Haidinger et Dana ; *Nickel éclatant* ou *Nickel blanc ; Nickelglanz ; Nickelarsenkies*, Naumann ; *Nikcel arsénio-sulfuré*, Dufrénoy.

Cette espèce est parfaitement isomorphe avec le cobalt gris, et n'en diffère que par la substitution du nickel au cobalt. C' donc un arséni-sulfure de nickel, de la formule Ni (S^2, As^2), dans lequel le nickel est remplacé souvent, mais en petite quantité, par du fer et du cobalt, et qui, à l'état normal, est composé, en poids, de nickel 35,51 ; arsenic 45,16 et soufre 16,33. Une analyse de la variété provenant de Loos, en Suède, a donné à Berzélius les proportions suivantes :

Nickel.	29,94
Cobalt.	0,92
Fer.	4,11
Arsenic.	45,37
Soufre.	19,34
Silice..	0,90

La cristallisation de cette espèce est exactement celle de l'espèce précédente. Elle a l'aspect métallique, avec une couleur d'un gris d'acier clair, tirant sur le blanc d'étain ou d'argent, et s'altérant en gris-noirâtre. Elle est cassante : sa dureté est de 5,5 ; sa densité, de 6,2. Elle donne une forte odeur d'ail par la calcination, et laisse sublimer du sulfure jaune d'arsenic dans le tube fermé. Après la calcination, elle devient semblable à l'arséniure de nickel (kupfernickel). Elle est soluble en partie par l'acide azotique, en abandonnant du soufre et de l'acide arsé-

nieux. La solution, de couleur verte, devient violâtre, par addition d'ammoniaque, et précipite en vert par les alcalis fixes.

Ce minéral se trouve en Suède, à Loos, en Helsingland, où il accompagne des minerais de cobalt; on le rencontre aussi à Schladming, en Styrie, à Prakendorf, en Hongrie, à Lobenstein, dans le Voigtland, à Tanne et Harzgerode, dans le Harz, et à Müsen, dans le pays de Siegen. La variété de Schladming a offert dans ses cristaux les faces du dodécaèdre pentagonal; mais Löwe, qui l'a analysée, lui a trouvé une composition un peu différente de celle que Berzélius assigne à la variété de Suède, et c'est pour cela qu'il avait proposé de lui donner un nom particulier, celui de *Gersdorffite*.

Sous le nom de *Tombazite*, Breithaupt a décrit un minéral d'un jaune de bronze ou d'un brun de tombac, comme la pyrite magnétique, et qui, d'après un essai d'analyse de Plattner, serait formé de nickel, d'arsenic, et d'un peu de soufre, avec de simples traces de fer et de cobalt; il est cristallisé et clivable parallèlement aux faces d'un cube; sa densité est de 6,6. Il est cristallisé en cubes, modifiés sur les arêtes, et se trouve aux environs de Lobenstein, dans le Voigtland russe. Une analyse complète de ce minéral pourra seule décider la question de savoir si la tombazite appartient à la disomose, ou si elle doit occuper une autre place dans la classification. Une autre variété de nickel éclatant, trouvée à Lichtenberg dans le Fichtelgebirge, a été nommée *amoibite* par De Kobell, parce que sa composition ne cadre pas parfaitement avec celle que nous avons indiquée ci-dessus, comme étant la composition normale de la disomose.

La disomose est employée concurremment avec d'autres minerais, pour la préparation du nickel métallique, qui entre aujourd'hui dans la composition de quelques alliages.

13e Espèce. Ullmannite (Fröbel).

Syn. : *Nickel gris; Antimonickel*, Beudant; *Antimonnickelglanz* et *Nickelantimonkies*, des Allemands; *Nickel antimonié sulfuré*, Dufrénoy.

Ce minéral, appelé communément nickel gris, est l'analogue du cobalt gris, que nous avons décrit ci-dessus page 345; il n'en diffère que par la substitution du nickel au cobalt et de l'antimoine à l'arsenic, substitution qui laisse subsister la même forme cristalline et la même formule de composition. Les deux espèces sont donc parfaitement isomorphes. Quelquefois le rem-

placement de l'arsenic n'a été que partiel, comme on le voit dans les variétés analysées par Klaproth et Ullmann. La composition chimique de ce minéral peut être représentée par la formule Ni (S^2, Sb^2) : mais c'est là la composition normale, à laquelle répondent les proportions suivantes : nickel 26,84 ; soufre 14,61 ; et antimoine 58,55 ; et qui s'accorde assez bien avec les résultats des analyses suivantes, dues à H. Rose :

	1.	2.
Nickel.	27,36	28,04
Soufre.	15,98	15,55
Antimoine. . . .	55,76	54,47

Mais les analyses de Klaproth et d'Ullmann accusent une proportion plus ou moins considérable d'arsenic, dans les variétés suivantes :

Analyse de l'Ullmannite :

	1° De Freusburg, par Klaproth.	2° De Siegen, par Ullmann.
Nickel.	26,25	26,10
Soufre.	15,25	16,40
Antimoine.	47,75	47,56
Arsenic.	11,75	9,94

Ce minéral a l'aspect métallique, avec une couleur d'un gris d'acier, tirant quelquefois sur le blanc d'étain. Sa surface passe souvent au gris noirâtre ou revêt des teintes irisées. Il est cassant, d'une dureté = 5,5, d'une densité, de 6,4. Dans le tube de verre, il donne des vapeurs abondantes d'antimoine et d'acide sulfureux, avec ou sans odeur d'ail ; sur le charbon, il fond, en dégageant les mêmes vapeurs, en un globule magnétique. Il est attaqué par l'acide azotique, avec précipité immédiat d'oxyde antimonique. La solution, qui est verdâtre, devient violâtre par un excès d'ammoniaque et donne un précipité vert par les alcalis fixes.

Cette substance est rare à l'état de cristaux : M. G. Rose a signalé des cristaux cubiques, octaèdres, cubo-octaèdres et cubo-dodécaèdres ; ces cristaux offrent des traces très-sensibles d'un clivage cubique. Il est plus ordinaire de rencontrer ce minéral à l'état de masses lamellaires ou compactes.

On le trouve dans quelques filons cobaltifères du pays de Siegen, en Prusse, avec galène et cuivre pyriteux ; dans plusieurs filons du Westerwald, à Freusburg et Gosenbach, avec les mêmes

aux, plus le cobalt arsenical, le cuivre rouge, la malate, etc.; à Harzgerode et Lobenstein, dans le Harz.

14e Espèce. Hauérite (Haidinger).

Syn. : *Bi-sulfure de manganèse.*

M. Haidinger a donné ce nom à un sulfure de manganèse découvert à Kalinka, près de Neusohl, en Hongrie, et qui, d'après l'analyse qu'en a faite Patera, serait un bi-sulfure, de la formule MnS^2, ce que confirment les observations faites sur ses formes cristallines, qui rappellent tout-à-fait celles de la pyrite et du cobalt gris. Ces formes sont : le cube, l'octaèdre, le dodécaèdre pentagonal, et le dodécadièdre, et elles sont combinées le plus souvent entre elles deux à deux, trois à trois, etc. Des clivages parfaits s'observent parallèlement aux faces du cube, comme dans la cobaltine.

Ce minerai a un éclat semi-métallique, ou plutôt adamantin; il transparent, quand il est réduit en lames minces, et montre rs une couleur d'un rouge brunâtre faible. Il est en masse d'i brun rougeâtre foncé, passant au noir-brun. Sa poussière est aussi d'un rouge brunâtre, comme celle de la hausmannite. Sa densité est de 3,463, d'après De Hauer; et sa dureté, de 4. Son analyse a fourni à Patera les proportions suivantes : soufre 53,64; manganèse 42,97; fer 1,30; silice 1,20. — Sa composition normale, calculée d'après la formule $Mn\,S^2$, serait : manganèse 46,19; soufre 53,81. Chauffé dans le matras de verre, il dégage du soufre, et abandonne une matière verte, qui devient brune à sa surface sous l'action prolongée du chalumeau. Dans la flamme extérieure, il communique au sel de phosphore une coloration violette, après la décomposition complète du sulfure; traité avec la soude sur la feuille de platine, il donne la réaction ordinaire du manganèse.

Les cristaux de hauérite sont tantôt isolés, tantôt groupés en masses sphéroïdales; ils sont disséminés dans une argile, avec le soufre natif et le gypse, au milieu d'un terrain semblable à une solfatare, et qui est formé de diorites et de trachytes décomposés. La localité où il se trouve, est Kalinka, près de Véglez, et non loin de Neusohl, en Hongrie.

15e Espèce. Pyrite.

Syn. : *Pyrite martiale; Fer sulfuré*, Haüy; *Schwefelkies*, Werner et Hausmann; *Eisenkies; Bi-sulfure de fer*, des chimistes.

On connaît dans la nature trois espèces de sulfure de fer : la Pyrite commune (pyrite jaune, ou pyrite cubique), la Marcassite ou sperkise (pyrite blanche ou pyrite rhombique), et la Pyrrhotine (ou pyrite magnétique). Les deux premières sont du bi-sulfure de fer, et la troisième se rapproche beaucoup par sa composition du mono-sulfure de fer. C'est la pyrite cubique qui est l'espèce la plus commune : son aspect est métallique, et elle peut prendre un très-beau brillant par le poli ; sa couleur est d'un jaune de laiton, et parfois d'un jaune d'or. On lui donnait autrefois les noms de *Pyrite martiale*, et de *Marcassite*.

Caractères essentiels de la Pyrite.

Composition chimique : Bi-sulfure de fer, de la formule FeS^2; contenant, en poids : fer 45,74, et soufre 54,26. Une partie du soufre est quelquefois remplacée par de l'arsenic; et au fer se substituent quelquefois, mais en petite quantité, d'autres métaux, tels que le cobalt et le manganèse, ou même l'or et l'argent.

Système cristallin : Le système hexadiédrique, c'est-à-dire le système cubique, à modifications hémiédriques conduisant au dodécaèdre pentagonal et au dodéca-dièdre.

Forme fondamentale : Le cube, avec la symétrie propre au système hexadiédrique, ou bien l'hexadièdre ou dodécaèdre pentagonal. La première est clivable, parallèlement à ses faces, d'une manière plus ou moins distincte; dans quelques variétés, on aperçoit aussi des traces sensibles de clivage, parallèlement aux faces de l'octaèdre régulier.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les formes les plus ordinaires et les plus caractéristiques de cette espèce sont, comme dans le cobalt gris, le cube tantôt à faces lisses, et tantôt à faces striées parallèlement aux arêtes, dans un seul sens sur chaque face, et dans trois sens perpendiculaires sur les trois faces adjacentes d'un même angle solide; après le cube, le dodécaèdre pentagonal et le dodécadièdre; puis, toutes les combinaisons possibles, de ces deux

formes avec le cube ou l'octaèdre régulier. Les cristaux sont tantôt petits, et tantôt d'un volume très-considérable : ils sont ou isolés et alors disséminés dans les roches cristallines ou sédimentaires, ou bien groupés entre eux, le plus souvent avec croisement, et constituent alors des druses, ou des concrétions de formes diverses.

PHYSIQUES. — Densité : de 4,7 à 5. — Dureté : 6...6,5. Cette dureté est assez considérable pour que la pyrite fasse presque toujours feu par le choc du briquet; une odeur sulfureuse est jointe à l'étincelle. — Ténacité : elle est cassante; la cassure est conchoïde ou inégale, et généralement peu brillante.

Aspect : métallique, avec une nuance d'un jaune de bronze ou de laiton, et quelquefois d'un jaune d'or, et une opacité parfaite. La couleur des cristaux passe au brun, par altération superficielle; elle est rarement accidentée par des teintes irisées. La couleur de la poussière est le noir brunâtre.

Magnétisme : la pyrite non décomposée n'agit point sur l'aiguille ordinaire, et elle n'agit que faiblement sur l'aiguille astatique; mais elle devient attirable à l'aimant, lorsqu'elle a été exposée à la flamme du chalumeau, après avoir dégagé des vapeurs sulfureuses.

CHIMIQUES. — La pyrite cubique n'a que peu de tendance à se décomposer par l'action d'un air humide, et à se transformer en sulfate de fer, comme la marcassite (ou sperkise), qui cependant a la même composition élémentaire : néanmoins, on la trouve souvent, dans l'intérieur de la terre, à l'état d'épigénie, et changée en limonite brune ou hydrate de peroxyde de fer. Outre le soufre et le fer, qui sont ses éléments essentiels, elle renferme quelquefois un peu d'arsenic, des traces de cobalt ou de nickel, et quelquefois de l'or, de l'argent ou du cuivre. Chauffée dans le petit matras, elle dégage du soufre, avec un peu d'acide sulfureux, et quelquefois de sulfure rouge d'arsenic : sur le charbon, elle brûle avec une flamme bleuâtre, et en répandant une forte odeur de soufre; à la flamme de réduction, elle fond en un bouton noirâtre, attirable à l'aimant, dont la matière, ajoutée en petite quantité au verre de borax, lui communique une couleur d'un vert de bouteille, et une couleur noire, quand la dose est plus considérable.

Analyse :

	1° De la pyrite dodécaèdre, par Hatchett.	2° Par Berzélius.
Fer.	47,85	46,08
Soufre.	52,15	53,92

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : b^1, $^1/_2(b^{4/3})$, $^1/_2(b^{3/2})$, $^1/_2(b^2)$, $^1/_2(b^3)$, $^1/_2(b^4)$.

— sur les angles : a^1, a^2, a^3; $a^{1/2}$; $^1/_2(b^1 b^{1/2} b^{1/3})$, $^1/_2(b^1 b^{1/2} b^{1/4})$, $^1/_2(b^1 b^{1/3} b^{1/5})$, $^1/_2(b^{1/3} b^{1/4} b^{1/5})$.

Les principales formes simples ou combinaisons observées parmi les formes cristallines de la pyrite, sont les suivantes :

1. La pyrite *cubique*, *p* (fig. 98, pl. 23). A faces tantôt lisses, et tantôt striées dans trois directions rectangulaires, comme le montre la figure 40, pl. 5 (sous-variété *triglyphe*, Haüy). Voyez, 1[er] vol., page 86, l'explication de cette disposition particulière des stries dans cette espèce. Cette variété est quelquefois en cubes bien proportionnés; mais les gros échantillons, s'étant accrus d'une manière inégale, sont le plus souvent des parallélipipèdes rectangles, dont les dimensions ont entre elles différents rapports. Ces cubes offrent souvent des traces sensibles de clivage parallèlement à toutes leurs faces.

2. La pyrite *octaèdre*, a^1 (fig. 8, pl. 4). Cette forme est moins commune que la précédente; on voit quelquefois sur chacune de ses faces trois systèmes de stries, qui prennent naissance dans les angles, coupent obliquement les arêtes et vont jusqu'à leur rencontre mutuelle, en laissant au centre un espace vide de forme triangulaire; elles sont parallèles à l'intersection des faces du dodécadièdre $^1/_2(b^1 b^{1/2} b^{1/3})$ avec celles de l'octaèdre régulier, qui, dans le système hexa-diédrique, n'est qu'une limite de la série totale des dodécadièdres. Plusieurs cristaux de cette variété offrent des clivages assez nets, parallèlement à leurs faces. Cette variété se trouve dans les mines du Cornouailles et du Pérou.

3. La pyrite *dodécaèdre*, $^1/_2(b^2)$. C'est, avec la forme cubique, une des variétés les plus ordinaires et les plus caractéristiques de la série cristalline. Le dodécaèdre dont il est question ici, est la forme hémiédrique que nous avons désignée ailleurs par le nom d'*hexa-dièdre*, et dont les faces sont des pentagones symétriques, tous égaux entre eux. L'incidence des faces, à l'endroit des bases ou grandes arêtes des pentagones, est de 126°52'. L'angle plan de chaque pentagone, opposé à la base, est de 121°35'; et chacun des autres angles plans est de 106°36'. Les

ux de cette variété sont quelquefois croisés deux à deux, manière que les angles dièdres principaux de l'un forment saillies au-dessus des faces de l'autre, comme on le voit 20, pl. 12.

La pyrite *dodécadièdre*, $i = {}^{1}/_{2}(b^{1} b^{1/2}, b^{1/3})$, fig. 44, pl. 6. Cette re variété, non moins caractéristique que la précédente, est orte de trapézoèdre à faces non symétriques, qu'il faut bien garder de confondre avec le trapézoèdre ordinaire, qu'on ren- ntre aussi dans la pyrite, mais beaucoup plus rarement que ui dont il s'agit en ce moment. On a observé ce dodécadièdre é dans les pyrites du val de Brosso, en Piémont, dans celles l'île d'Elbe, de Presnitz, en Bohême, et de Schneeberg, en . Les faces de ce dodécadièdre, ainsi que celles de deux s solides du même genre, entrent souvent en combinaison c les formes précédentes, dans les variétés cristallines les us riches en facettes.

5. La pyrite *trapézoèdre*, a^{2}, fig. 10, pl. 4. C'est le trapézoèdre ordinaire, appelé *leucitoèdre*, aussi rare, dans l'espèce que nous décrivons, que le rhombododécaèdre. Nous ne le citons ici que sur l'autorité de Haüy, qui l'indique comme existant à l'état de cristaux isolés, et disséminés dans un schiste talqueux de l'île de Corse, avec de petits octaèdres de fer magnétique. Quant au rhombododécaèdre, il n'a pas été observé en cristaux complets, comme le trapézoèdre : ses faces sont toujours très-petites et subordonnées aux formes précédentes. Les deux variétés de forme dont nous parlons, sont donc aussi rares dans ce minéral, qu'elles sont communes dans d'autres espèces, telles que le grenat et l'amphigène.

6. La pyrite *cubo-octaèdre*, pa^{1}, fig. 7, pl. 4. Cette variété peut offrir trois aspects différents, comme le montrent les figures 34, 35 et 36, pl. 2.

7. La pyrite *cubo-dodécaèdre*, $p\,{}^{1}/_{2}(b^{2})$, fig. 49, pl. 6. Se trouve à l'île d'Elbe. Souvent les faces b^{2} sont très-étroites, en sorte que le cristal se présente sous l'aspect d'un cube, émarginé dans une direction oblique; souvent aussi les faces p sont striées dans trois sens perpendiculaires l'un à l'autre, comme dans la variété triglyphe. Dans une variété analogue, que Haüy a nommée *quaternaire*, le dodécaèdre ${}^{1}/_{2}(b^{3})$ est remplacé par le dodécaèdre ${}^{1}/_{2}(b^{4})$.

8. La pyrite *icosaèdre*, $a^{1}\,{}^{1}/_{2}(b^{2})$, fig. 99, pl. 23; et 46, 48, pl. 6. C'est la combinaison de l'octaèdre régulier avec le dodécaèdre

pentagonal. Elle offre aussi trois aspects différents, selon le plus ou moins de développement des deux ordres de facettes composantes. Tantôt c'est l'octaèdre qui domine, comme dans la figure 99, tantôt c'est le dodécaèdre, comme fig. 48; et souv la combinaison offre l'aspect plus simple et plus symétrique la figure 46 : on a alors un solide à 20 faces triangulaires, n'est pas l'icosaèdre régulier de la géométrie, car huit de ses seulement sont des triangles équilatéraux, et les douze autres sont des triangles isocèles.

9. La pyrite *triacontaèdre* p, $i = {}^1/_2(b^1 b^{1/2} b^{1/3})$, fig. 45, pl. 6. C'est la combinaison du cube avec le dodécadièdre i de la q trième variété. On a ainsi un solide à 30 faces, qui sont rhombes, mais non toutes égales entre elles. Six de ces rhombes sont parallèles aux faces du cube, et leur grand angle est de 126°52', valeur égale à l'incidence de deux pentagones, au-dessus de leur base commune, dans la variété dodécaèdre.

10. La pyrite *pantogène*, Haüy, fig. 100, pl. 23. C'est la combinaison du dodécaèdre pentagonal avec le dodécadièdre $i = {}^1/_2(b^1 b^{1/2} b^{1/3})$: ou bien, l'icosaèdre, dans lequel chaque face équilatérale est remplacée par une pyramide triangulaire, très surbaissée. C'est dans cette variété que Haüy a reconnu à la fois des indices de clivage parallèles aux faces du cube et à celles de l'octaèdre régulier.

11. La pyrite en *octaèdre émarginé* $a^1 b^1$, (fig. 15, pl. 4). Variété biforme de Haüy. C'est la combinaison de l'octaèdre régulier avec le dodécaèdre rhomboïdal, cette dernière forme étant subordonnée à la première. Les faces b^1 ont été aussi observées dans des combinaisons ternaires ou quaternaires, composées du cube, de l'octaèdre, et d'un dodécaèdre pentagonal, tel que ${}^1/_2(b^2)$, ${}^1/_2(b^3)$ ou ${}^1/_2(b^{3/2})$. Ces combinaisons se rencontrent dans une mine de plomb du Cumberland, dans la mine de fer de Traverselle, en Piémont, et à l'île d'Elbe.

12. La pyrite *biforme* a^1, i. Combinaison de l'octaèdre régulier et du dodécadièdre i (fig. 103, pl. 23).

13. La pyrite *triépointée* $p\,a^2$ (fig. 9, pl. 4). Combinaison du cube et du trapézoèdre ordinaire a^2.

14. La pyrite *cubo-icosaèdre* $p\,a^1\ {}^1/_2 b^2$ (fig. 101, pl. 23). Combinaison ternaire du cube, de l'octaèdre et du dodécaèdre pentagonal.

15. La pyrite *quadriépointée* $p\,a^1\,i$ (fig. 102, pl. 23). Combinaison du cube, de l'octaèdre et du dodécadièdre i.

16. La pyrite *triforme* $a^{1}\,{}^{1}/_{2}(b^{2})\,{}^{1}/_{2}(b^{1}\,b^{1/2}\,b^{1/3})$, (fig. 104). C'est la ariété pantogène, plus les faces de l'octaèdre régulier. On oit, fig. 106, un autre triforme, ayant l'aspect d'un octaèdre, lont les angles portent un pointement à six faces, qui apparennent au trapézoèdre a^{2} et au dodécaèdre ${}^{1}/_{2}(b^{2})$. La figure 107 eprésente un pointement semblable avec les faces i en plus.

17. La pyrite *quadriforme* (variété bifère de Haüy) $a^{1}\,b^{1}\,{}^{1}/_{2}(b^{2})\,i$. Combinaison de l'octaèdre, du rhombododécaèdre, du dodécaèdre pentagonal ${}^{1}/_{2}(b^{2})$ et du dodécadièdre i.

18. La pyrite *surcomposée*, Haüy, $p\,a^{1}\,a^{2}\,a^{1/2}\,i$ (fig. 108, pl. 23). Combinaison du cube, de l'octaèdre, du trapézoèdre a^{2}, de l'octa-trièdre $a^{1/2}$, et du dodécadrièdre i.

19. La pyrite *mégalogone*, Haüy, ${}^{1}/_{2}(b^{2})\,a^{2}\,a^{3}\,i''$ = ${}^{1}/_{2}(b^{1}\,b^{1/2}\,b^{1/6})$, fig. 109). Variété chargée d'un grand nombre de facettes, faisant entre elles des angles très-obtus.

20. La pyrite *parallélique*, Haüy, $p\,a^{1}\,{}^{1}/_{2}(b^{2})\,{}^{1}/_{2}(b^{3/2})\,a^{2}\,i\,i'$, i''. $= {}^{1}/_{2}(b^{1}\,b^{1/2}\,b^{1/3})$; $i' = {}^{1}/_{2}(b^{1}\,b^{1/2}\,b^{1/4})$; et $i'' = {}^{1}/_{2}(b^{1}\,b^{1/3}\,b^{1/5})$. C'est de tes les variétés observées par Haüy, celle qui lui a présenté le plus grand nombre de facettes : ce nombre de facettes est de 34. Ces facettes se réunissent en zônes diverses, faciles à reconnaître au parallélisme de leurs bords d'intersection : c'est de cette circonstance qu'il a tiré le nom de *parallélique*, qu'il a donné à cette variété, venant du district de Petorka, au Pérou. Mohs a décrit et figuré une autre variété du même genre, représentée fig. 110, et dans laquelle les zônes sont accusées d'une manière core plus sensible : elle a pour signe $p\,a^{1}\,a^{2}\,i'$, i' ayant la signification indiquée précédemment.

Tableau des valeurs d'angles.

p sur a^{1}	= 125°16'.	a^{2} sur a^{3}	= 169°58'.
a^{1} sur a^{1}	= 109°28'.	a^{3} sur a^{3}	= 144°54'.
$a^{1/2}$ sur $a^{1/2}$	= 141° 3'. / 152°44'.	p sur b^{1}	= 135°.
		p sur b^{2}	= 153°26'.
a^{1} sur $a^{1/2}$	= 164°12'.	p sur b^{3}	= 161°34'.
p sur a^{2}	= 144°44'.	p sur b^{4}	= 165°58'.
a^{1} sur a^{2}	= 160°32'.	b^{1} sur b^{1}	= 120°.
		b^{1} sur b^{2}	= 161°33'.
a^{2} sur a^{2}	= 131°49'. / 146°27'.	b^{2} sur b^{2}	= 126°52'. / 113°35'.

$b^{4/3}$ sur $b^{4/3}$ = { 106°16'. 118°41'.

$b^{3/2}$ sur $b^{3/2}$ = { 112°37'. 117°29'.

b^3 sur b^3 = { 143° 8'. 107°27'.

b^4 sur b^4 = { 151°56'. 103°37'.

p sur $b^{3/2}$ = 146°19'.

p sur $b^{4/3}$ = 126°52'.

b^2 sur $b^{3/2}$ = 172°53'.

i sur i = { 141°47'. 149°. 115°23'.

i' sur i' = { 131°49'. 157°47'. 128°15'.

i'' sur i'' = { 160°32'. 118°59'. 131° 5'.

p sur i = 143°18'.

a^1 sur i = 157°48'.

p sur i' = 150°48'.

p sur i'' = 144°44'.

i sur i' = 139°18'.

i sur i'' = 173°39'.

a^3 sur i = 158°48'.

a^2 sur i' = 168°31'.

$b^{3/2}$ sur i = 164°30'.

b^2 sur i = 162°59'.

b^2 sur i' = 167°23'.

b^2 sur i'' = 169°20'.

Les cristaux de pyrite sont fréquemment groupés entre eux par entrecroisement; on voit souvent les cubes de pyrite jaune groupés par pénétration réciproque, de manière que les d individus ont de commun un axe rhomboédrique, et que l'un a tourné autour de cet axe de 180° par rapport à l'autre : le d'hémitropie est alors parallèle à une face de l'octaèdre régul (fig. 14, pl. 12). Des groupements par entrecroisement, qu'on peut expliquer par une transposition de 90°, se rencontrent aussi dans les cubes striés, comme dans les dodécaèdres pentagonaux. La figure 20, pl. 12, représente un groupe très-remarquable de deux dodécaèdres, que l'on trouve à Minden, en Westphalie : ces mâcles pyriteuses sont souvent transformées par épigénie en limonite brune : on leur donne en Allemagne le nom d'*Eisener Kreüz* (croix de fer). A chaque face du cube correspondent quatre pyramides trièdres, disposées en façon de croix de Malte. Quelquefois les faces du cube s'ajoutent à celles du dodécaèdre, en offrant les stries caractéristiques de la pyrite (fig. 21, pl. 12); plus rarement, il arrive que les angles rentrants disparaissent, et le groupe prend l'apparence d'un cristal simple (fig. 22); mais, comme nous l'avons dit ailleurs (1er vol., page 201), la disposition anomale et la discontinuité des stries sur chaque face, suffisent pour faire reconnaître que ce prétendu cube n'est que

l'enveloppe commune de deux cristaux enchevêtrés l'un dans l'autre.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES ACCIDENTELLES.

1. Pyrite *concrétionnée.* En stalactites cylindroïdes ou globuleuses, ou en masses simplement mamelonnées, dont l'extérieur est couvert de facettes cristallines, et dont l'intérieur est fibreux.

2. Pyrite *aciculaire-radiée.* Une partie du Strahlkies des minéralogistes allemands. Cette variété rentre dans la précédente; ses aiguilles sont parallèles, ou divergentes.

3. Pyrite *dendroïde.* En arborisations semblables à celles de l'argent natif, étendues le plus souvent entre les feuillets d'un schiste.

4. Pyrite *capillaire.* Haarkies. En fibres isolées, très-déliées et se croisant dans tous les sens.

5. Pyrite *compacte.* A cassure conchoïde.

6. Pyrite *pseudomorphique.* Conchylioïde, et le plus souvent sous la forme d'ammonite.

7. Pyrite *décomposée.* En cristaux cubiques, ou dodécaédriques, passés en tout ou en partie, par voie d'épigénie, à l'état de *Limonite brune*, ce qui leur a fait donner souvent le nom de *Fer hépatique.* C'est une variété de Limonite, qui doit être placée dans cette espèce, ou plutôt dans celle qui porte le nom particulier de *Gœthite,* comme variété épigénique.

VARIÉTÉS DE MÉLANGES.

Pyrite *arsénifère.* Pyrite mêlée d'arséniure de fer, mais en petite quantité, et sans que ce mélange amène aucun changement notable dans l'aspect, ni dans la cristallisation du corps. Cette variété se distingue des autres par une faible odeur d'ail qu'elle exhale, quand on la brise avec le marteau; elle ne doit pas être confondue avec le fer arsenical, dont il sera question un peu plus loin.

Pyrite *aurifère.* Dans les monts Ourals, à Bérésof; au Brésil, et dans le Piémont, à Macugnaga, et à Gondo, route du Simplon; où elle est un objet d'exploitation, à cause de l'or qu'elle renferme, bien que cet or soit généralement en très-petite quantité, et que beaucoup de pyrites n'en contiennent que la deux-cent-millième partie de leur poids. On peut distinguer deux sortes de

pyrites aurifères : celles qui sont jaunes et métalliques (Goldkies), pyrites aurifères du Piémont, du Valais, et des environs de Freiberg, et celles qui sont d'un brun hépatique (Leberkies) : pyrites changées en limonite, de la mine de Bérésof, près de Katherinebourg, en Sibérie; pyrites hépatiques du Brésil. Ces dernières variétés paraissent contenir des parcelles d'or, qui semblent y être engagées plutôt que combinées, et qui deviennent visibles à la surface, ou qui se détachent de la masse par l'effet de l'altération qu'elle éprouve. Ces pyrites aurifères sont exploitées comme mines d'or, de même que les galènes argentifères le sont comme minerais d'argent.

Pyrite *argentifère* (Silberkies). Cette variété renferme soit du sulfure d'argent, soit même de petites parcelles d'argent natif à l'état de simple mélange, comme la précédente contient des particules d'or. On la trouve dans les filons argentifères de la Saxe et du Mexique; De Humboldt prétend que celle de la mine de Real del Monte contient jusqu'à trois marcs d'argent par quintal, qu'on peut en extraire par l'amalgamation.

Pyrite *cuprifère*. Certaines pyrites contiennent quelques centièmes de sulfure de cuivre; et on les a utilisées quelquefois pour en extraire ce métal.

Gisements et usages. — La pyrite est une des substances métalliques les plus répandues à la surface du globe, car il n'est point de terrains dans lesquels on n'en trouve à l'état de dissémination : mais on peut dire que nulle part elle n'existe en masses bien considérables. On la trouve dans les filons, et au milieu des roches, soit de cristallisation, soit sédimentaires, de toutes les époques de formation. Cette manière d'être est sans doute la conséquence toute naturelle de son mode de formation : elle paraît être un produit de sources minérales, d'eaux thermales sulfureuses, contenant à la fois de l'acide sulfhydrique et des sels de fer. Il existe encore de pareilles sources, comme celles de Chaudes-Aigues, dans le Cantal, et de Bourbon-Lancy, dans le département de Saône-et-Loire, qui déposent de la pyrite; et, suivant Ebelmen, des pyrites se forment journellement par voie humide, quand des matières organiques en décomposition réagissent sur les sulfates des eaux minérales ou des eaux marines, en présence de limons ferrugineux.

On n'exploite point la pyrite comme minerai de fer, parce que l'extraction de ce métal occasionnerait des dépenses trop considérables, et que d'ailleurs le fer serait toujours de mau-

vaise qualité, à raison de la présence du soufre. Quand elle est en masses suffisamment grandes, en amas ou en filons, on la recherche pour le soufre qu'elle contient, et quelquefois pour l'or qu'elle renferme accidentellement. On l'emploie aussi, concurremment avec l'espèce suivante, pour la fabrication du sulfate du fer, en aidant à sa décomposition par un grillage.

C'est dans les filons métallifères qu'on a trouvé les plus beaux groupes de cristaux de cette espèce : la mine de Brosso, dans le Piémont, a fourni des cristaux d'un volume remarquable et de la plus grande perfection. La pyrite est disséminée en grains ou en cristaux dans tous les dépôts sédimentaires, depuis les plus anciens jusqu'aux plus modernes. C'est à elle que l'on doit en partie rapporter les prétendues découvertes d'or, dont le peuple s'entretient dans un grand nombre de lieux, et dont on berce si souvent la crédulité des voyageurs.

Anciennement, on employait la pyrite en nature, pour en faire des boutons de métal et autres ouvrages de peu de valeur. Dans les premiers temps de l'invention des armes à feu, on s'en est servi, à cause de sa grande dureté et de la propriété qu'elle a d'étinceler par le choc du briquet, au lieu du silex ou de la *pierre à fusil* qu'on lui a substituée plus tard ; et c'est pour cette raison que les anciens ouvrages la désignent quelquefois sous le nom de *pierre d'arquebuse* ou de *carabine*. On a trouvé dans les tombeaux des anciens Péruviens des plaques polies de cette substance, que l'on présume leur avoir servi de miroirs : de là encore la dénomination de *miroir des Incas*, qu'on a donnée à cette pyrite. Quant au nom de *pyrite* lui-même, dérivé d'un mot grec qui signifie *feu*, il lui est venu de la propriété qu'elle a de faire feu par le choc du briquet ; et comme ici l'étincelle est accompagnée d'une odeur sulfureuse, et que la pyrite se rencontre souvent, à la surface de la terre ou à peu de profondeur dans le sol, en masses globuliformes rayonnées, le vulgaire l'appelle souvent *pierre de foudre* ou *pierre de tonnerre*, parce qu'il s'imagine que c'est la foudre elle-même qui est tombée sous cette forme.

IIe Tribu. Rhombiques.

16e Espèce. Marcassite.

Syn. : *Fer sulfuré blanc*, Haüy; *Pyrite blanche* ou *prismatique*; *Sperkise*, Beudant; *Marcassite*, Haidinger, Naumann et Dana; *Speerkies*, Werner; *Wasserkies*, Hausmann.

Cette espèce a la même composition chimique que la précédente, mais elle cristallise dans un système tout différent, et par conséquent les deux espèces nous offrent, à l'égard du bi-sulfure de fer des chimistes, un exemple du phénomène qu'ils ont désigné par le nom de dimorphisme, et pareil à celui que le calcaire spathique et l'arragonite nous présenteront à l'égard du carbonate de chaux.

Caractères essentiels.

Composition chimique : La même que celle de la pyrite, représentée en atomes par la formule FeS^2, et en poids, par fer 45,74 et soufre 54,26.

Système cristallin : L'orthorhombique.

Forme fondamentale : Prisme droit à base rhombe (fig. 112, pl. 23), dans lequel m sur $m = 106°5'$, et où le rapport de l'axe vertical aux deux diagonales de la base est celui des nombres 1,57 : 1 : 1,33.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Formes dominantes : le prisme droit rhombique, terminé par une base rhombe, ou par un dôme horizontal; ou bien, l'octaèdre droit à base rectangle. Clivage prismatique, parallèlement aux pans m, m. Des traces de clivage s'observent aussi parallèlement aux faces e^1 de l'un des dômes horizontaux. La marcassite a beaucoup d'analogie par sa forme avec la pyrite arsenicale ou mispickel; mais, ce qui distingue sa cristallisation, c'est la tendance à former des groupements réguliers en rosaces, par la réunion de plusieurs cristaux autour d'un axe commun.

Physiques. — Densité : 4,6...4,8. — Dureté : 6 à 6,5. La pyrite blanche étincelle, comme la pyrite jaune, par le choc du briquet; elle est cassante; sa cassure est grenue ou inégale.

Aspect : elle est opaque, d'un jaune de bronze pâle, ou d'un

jaune livide, tirant sur le verdâtre ou le blanc métallique. Sa surface devient quelquefois brune ou irisée, par un commencement d'altération. La couleur de sa poussière est le gris verdâtre foncé.

CHIMIQUES. — Au chalumeau, et en présence des acides, elle se comporte exactement comme la pyrite. Mais elle a une grande tendance à se décomposer à l'air humide, et à se transformer en vitriol ou sulfate de fer. L'espèce précédente résiste davantage à ce genre d'altération, qu'elle n'éprouve guère qu'après avoir subi un commencement de grillage; et nous avons vu que, quand celle-ci est altérée, c'est presque toujours en hydrate brun de fer qu'elle se change. La pyrite blanche, exposée à la flamme d'une bougie, donne une fumée légère, accompagnée d'une odeur de soufre. Bien que l'on regarde sa composition essentielle comme étant la même que celle de la pyrite, elle paraît cependant être mêlée assez souvent d'une petite quantité de FeO, et c'est à cela qu'on attribue sa tendance à se décomposer et à se transformer en sulfate.

Analyses de la marcassite :

	Par Berzélius.	Par Hatchett.
Soufre	53,35	53,60
Fer.	45,07	45,66
Manganèse	0,70	» »

VARIÉTÉS DE FORMES.

Formes déterminables.

Modifications principales : sur les arêtes : $b^{1/2}$.

— sur les angles : a^1, e^1, e^2, e^4, $e^{5/4}$.

Les principales formes simples et combinaisons observées parmi les formes cristallines de la marcassite, sont les suivantes :

1. La marcassite *rhombique*, *pm* (fig. 112, pl. 23). C'est la forme primitive. Elle est rarement en cristaux simples, mais presque toujours dentelée à sa surface, par suite du groupement d'un grand nombre de prismes, qui semblent se pénétrer. De là le nom de *pyrite en crête-de-coq* (Kammkies, Werner) qu'on lui donne ordinairement.

2. La marcassite *quaternaire*, Haüy, $m.e^4$ (fig. 113). C'est le prisme précédent, dont les bases sont remplacées par des som-

mets dièdres très-surbaissés. La variété *quadrihexagonale* (fig. 114) n'est que le passage de la première variété à la seconde. e^4 sur $e^4 = 147°48'$.

3. La marcassite *quadrioctogonale*, Haüy, $m a^1 e^{3/4}$ (fig. 115). a^1 sur $a^1 = 114°20'$. En octaèdre droit rectangulaire, légèrement modifié sur les angles latéraux par les faces primitives *m*, *m*. Haüy a rapporté à cette variété, et d'autres minéralogistes avaient, comme lui, réuni à la marcassite, les pyrites d'Almérode, en Hesse, dont la forme se rapproche beaucoup de celle qui est représentée fig. 115. Il avoue qu'on est tenté de prendre, au premier coup-d'œil, les cristaux de cette variété pour des octaèdres réguliers, modifiés par des facettes dissymétriques; mais la position particulière et constante de ces modifications, et la différence d'environ deux degrés qu'il dit avoir constatée entre les angles de ces octaèdres et ceux du régulier, s'opposent à ce que l'on opère la réunion de ces cristaux avec la pyrite cubique. Cependant, Köhler a montré que ces pyrites d'Almérode étaient des cristaux de pyrite cubo-octaèdre, allongés dans un sens, déformés par suite de cet allongement, et de leur groupement entre eux, et n'offrant de facettes cubiques que sur les angles latéraux de la pyramide terminale. Ces facettes, en nombre incomplet, sont marquées, suivant lui, des stries ordinaires, qui caractérisent la pyrite cubique, et remplacées quelquefois par des biseaux appartenant au dodécaèdre pentagonal.

La variété *bisunitaire* de Haüy (fig. 116) n'est que la combinaison de celle-ci avec les bases *p* de la forme primitive.

4. La marcassite *équivalente*, Haüy, $p m a^1 e^1 b^{1/2}$ (fig. 117, pl. 24). En octaèdre rhombique, tronqué sur toutes ses arêtes, et sur les deux sommets de l'axe vertical. $b^{1/2}$ sur $b^{1/2} = 115°52'$.

Les cristaux de marcassite sont fréquemment groupés par hémitropie, parallèlement à une face *m*, ou à une face de la modification a^1. Plusieurs cristaux, groupés successivement entre eux d'après la première loi, se réunissent circulairement autour d'un axe commun, comme on le voit fig. 119, qui représente une rosace composée de cinq éléments semblables à celui qu'on voit isolément fig. 118. A cause des angles rentrants qu'elle offre sur son contour, Haüy a donné à cette variété le nom de *péritome* (coupée à l'entour). Elle a été décrite par nous avec détail (1er vol., page 209). Les cinq éléments qui la composent sont des prismes droits, à sommets cunéiformes, produits par les faces e^1 ou e^4, et quelquefois par les deux sortes de faces à la fois, mais

omplets ou déformés par suite du groupement et de l'accroissnt en commun, ce qui réduit chacun d'eux à la forme distrique représentée fig. 118. Les beaux groupes de cristaux mes viennent des mines de Freiberg, en Saxe, de Littmitz et de Altsattel, en Bohême.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES ACCIDENTELLES.

On peut ramener à sept variétés principales, celles qui se rapportent à cette catégorie :

1. La marcassite *aciculaire* ou *fibreuse* (pyrite radiée; Strahlkies, Werner). En masses globuleuses, et quelquefois en gros sphéroïdes à surface hérissée de pointes cristallines. Ces parties saillantes se prolongent à l'intérieur sous forme de rayons convergents vers le centre. Ces masses passent quelquefois par épigénie à l'état de fer hydroxydé.

2. La marcassite *dendritique* (pyrite lancéolée; Speerkies, Werner). En dendrites superficielles ou en groupes allongés de forme aiguë, couleur de bronze ou gris d'acier blanchâtre. En Hongrie, en Bohême et en Saxe.

3. La marcassite *crêtée* (pyrite dentelée, ou en crête-de-coq; Kammkies, Werner). En groupes plus ou moins irréguliers, mais dont le contour est découpé à la manière d'une crête-de-coq. A Zellerfeld et Andreasberg, au Harz; et dans le Derbyshire, en Angleterre.

4. La marcassite *cellulaire* (pyrite cellulaire, ou Zellkies, Werner). En lames minces entrecroisées, et laissant entre elles des vides de forme cubique. Cette variété provient de la décomposition d'autres cristaux, qui paraissent avoir été des cristaux de galène, et qui contenaient entre leurs lames des membranes minces de pyrite.

5. La marcassite *compacte* (pyrite hépatique, ou Leberkies, Werner), de couleur livide et d'un faible éclat, remarquable par sa tendance prononcée à se décomposer en sulfate de fer. Sa couleur est intermédiaire entre le jaune de bronze pâle et le gris d'acier. Cette pyrite devient hépatique en se décomposant, et quelquefois même attirable à l'aimant. Plusieurs minéralogistes réunissent cette variété à la pyrite magnétique ou pyrrhotine; et c'est même ce qui est cause que Beudant a cru pouvoir appliquer à cette dernière espèce le nom de *Leberkiese*, bien que ce nom eût été donné par Werner à une variété de celle

que nous décrivons en ce moment, et sujette à la vitriolisation.

6. La marcassite *épigène*. En lames hexagonales, provenant peut-être de la pyrite magnétique, ou bien, selon l'opinion émise par Mohs, de cristaux tabulaires de psathurose (argent sulfuré fragile).

7. La marcassite *pseudomorphique*; ayant pris la place de différents corps organisés, tels que des coquilles, ou des tiges ligneuses. La plupart des bois pyritisés appartiennent à cette espèce.

La marcassite, comme la pyrite, donne naissance à des épigénies; et on la trouve souvent transformée, dans le sein de la terre, en fer hydroxydé brun. Ses cristaux, exposés à l'air humide, ont une disposition toute particulière à se convertir en sulfate de fer, qui forme des efflorescences à leur surface et dans leur intérieur; et lorsque cette décomposition commence, ils ne tardent pas à tomber en poussière et à disparaître complètement. C'est cette disposition, bien marquée dans certaines variétés, qui rend le voisinage de la marcassite si dangereux pour certaines espèces de minerais, et spécialement pour les beaux groupes d'argent rouge, que la marcassite entraîne dans sa ruine. La pyrite cubique, quand elle est pure, n'offre point la même tendance : cependant, on ne peut faire de la vitriolisation une propriété particulière à la marcassite : on cite en effet quelques variétés de pyrite où ce genre de décomposition a été observé; mais peut-être ces variétés étaient à l'état de mélange, soit avec du mono-sulfure de fer, soit même avec de la marcassite : car, les deux espèces de pyrite peuvent se rencontrer l'une à côté de l'autre, ou s'être formées l'une dans l'autre, de manière à se pénétrer et se mêler intimement. C'est cette grande facilité de la marcassite à passer à l'état de sel soluble, qui la fait rechercher et employer en grand, pour la convertir en sulfates, comme nous le dirons dans un instant.

Les deux sulfures de fer dont nous venons de parler, ont été confondus, pendant longtemps, en une seule espèce, sous les noms communs de *pyrite* et de *marcassite*. C'est Haüy qui les a séparés le premier, à cause de la différence de leurs formes cristallines, appelant l'un le fer sulfuré jaune ou cubique, et l'autre le fer sulfuré blanc ou prismatique. Beudant a cru pouvoir désigner la seconde espèce sous la dénomination de *Sperkise*, dérivée du mot allemand *Speerkies*, qui veut dire pyrite lan-

géolée. Mais ce mot, dans la nomenclature allemande, n'est que le nom d'une variété particulière, qu'on ne pouvait que difficilement appliquer à l'espèce tout entière. Aussi, la plupart des minéralogistes (MM. Naumann, Haidinger, Dana, etc.) ont-ils donné la préférence à l'ancien nom de marcassite, et nous avons suivi leur exemple.

Gisements et usages de la marcassite. — La marcassite est beaucoup moins répandue dans la nature que la pyrite cubique, et ne se rencontre point non plus en masses aussi considérables. On ne la trouve point en couches ni en lits dans les schistes cristallins des terrains primitifs et de transition; mais elle n'est pas rare dans les filons métallifères qui traversent ces terrains, où elle se montre quelquefois comme un produit secondaire, remplissant les cavités laissées libres par la destruction d'un minéral antérieur. A l'état de dissémination, elle est assez commune dans les terrains de sédiment proprement dits, à partir de l'étage carbonifère, et paraît plus abondante, à mesure qu'on s'élève dans la série de ces terrains, en se rapprochant des plus modernes. On la trouve surtout disséminée, quelquefois en particules imperceptibles : 1° dans les ampélites ou schistes bitumineux, où, par sa décomposition, elle donne lieu à la formation du sulfate d'alumine, ce qui est cause qu'on appelle encore ces roches des *schistes alumineux;* 2° dans les combustibles charbonneux, tels que la houille, le lignite et la tourbe, et c'est à sa présence qu'on attribue l'inflammation spontanée du premier de ces combustibles. On la trouve aussi disséminée sous la forme de boules ou de rognons, plus ou moins considérables, dans les argiles, les marnes et la craie blanche; dans cette dernière roche, située à la limite supérieure des terrains secondaires, elle est en masses globuleuses radiées, éparses au milieu de la craie, comme les rognons du silex pyromaque; et quelquefois elle se montre comme enchatonnée dans le silex lui-même. C'est dans les filons métallifères du Cornouailles et du Derbyshire, en Angleterre, et dans ceux de la Saxe et de la Bohême, que se trouvent les beaux groupes de cristaux, péritomes ou autres, qui abondent dans les collections.

La facilité avec laquelle la marcassite se convertit en sulfate de fer, quand elle est exposée à l'air humide, en fait l'objet d'une grande opération, à laquelle on a donné le nom de *vitriolisation.* Elle consiste à réunir en tas les pyrites concassées, et à les laisser s'effleurir spontanément. Il suffit ensuite de les lessiver à l'eau

chaude, pour dissoudre le sulfate de fer, en ajoutant un sel de potasse, s'il s'agit de former de l'alun. Le sulfate de fer seul est employé utilement dans la teinture, et dans la fabrication de l'encre.

17e Espèce. **Mispickel.**

Syn. : *Fer arsenical*, Haüy ; *Arsénopyrite*, Glocker ; *Pyrite arsenicale* ; *Arsenikkies*, Werner.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Arséni-sulfure de fer, de la formule $Fe(S^2, As^2)$. Le plus souvent cette formule se dédouble ainsi : $FeS^2 + FeAs^2$; comme on le voit par les analyses de MM. Chevreul, Stromeyer et Karsten. En admettant cette dernière formule comme représentant la composition normale, cette composition, exprimée en poids, serait : fer 33,57 ; arsenic 46,53, et soufre 19,90.

Système cristallin : L'orthorhombique.

Forme fondamentale : Prisme droit rhombique pmm (fig. 93, pl. 22), dans lequel m sur $m = 111°12'$, et le rapport d'un des côtés de la base à la hauteur est à peu près celui des nombres 100 et 99. Des clivages assez nets ont lieu parallèlement aux pans de cette forme primitive.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — La cristallisation de cette espèce a beaucoup d'analogie avec celle de l'espèce précédente ; et l'on pourrait être tenté d'admettre l'isomorphisme entre les deux minéraux, en regardant l'arsenic comme remplaçant en partie le soufre. Cependant les différences dans les angles correspondants s'élèvent à plusieurs degrés. Les modifications secondaires sont à peu près les mêmes. La combinaison représentée fig. 114 rappelle tout-à-fait la variété quaternaire de marcassite ; et c'est une des plus ordinaires dans l'espèce. Les cristaux sont le plus souvent des prismes courts ou des tables, disséminés isolément, ou réunis en druses ; mais quelquefois ils forment des aggrégations bacillaires.

Physiques — Densité, de 5,8 à 6,2. — Dureté, de 5,5 à 6. Le minéral est cassant ; sa cassure est inégale et granulaire. Il étincelle sous le briquet, et donne une odeur d'ail par le choc.

Aspect : d'un blanc d'argent, tirant sur le gris d'acier ou le jaunâtre. La poussière est noire.

CHIMIQUES.—Le minéral est composé essentiellement de soufre, d'arsenic et de fer; il donne dans le petit matras un sublimé rouge de sulfure d'arsenic; comme la leukopyrite, il donne sur le charbon l'odeur d'ail, par l'action du chalumeau, et laisse un bouton attirable à l'aimant; mais ce qui le distingue de celle-ci, c'est qu'il abandonne du soufre quand on le dissout dans l'acide chlorhydrique concentré. Dans quelques variétés, le fer est en partie remplacé par le cobalt; d'autres contiennent des traces d'argent, et même d'or.

Analyses du mispickel de Freiberg :

	1° Par Chevreul.	2° Par Stromeyer.
Soufre.	20,13.	21,08
Arsenic.	43,42.	42,88
Fer..	34,94.	36,04

Analyse du mispickel cobaltifère, dit *Danaïte*.

	Par Hayes.
Soufre.	17,84
Arsenic..	41,44
Fer..	32,94
Cobalt.	6,45

VARIÉTÉS.

Formes déterminables.

Modifications sur les arêtes : g^1, $b^{1/2}$.

— sur les angles : e^1, e^2, e^4.

Les principales formes simples et combinaisons sont les suivantes :

1. Le mispickel *primitif*, *p m m* (fig. 93, pl. 22), en prisme droit à base rhombe, de 111°12'. Cette forme est commune; sa base est ordinairement striée parallèlement à la petite diagonale.

2. La variété précédente, dont les bases sont remplacées par un dôme aigu, semblable à celui de la figure 92, produit par la modification e^1 (variété *unitaire*, de Haüy); ou bien, par un dôme très-surbaissé (fig. 94), produit par la modification e^4 (variété *ditétraèdre*, de Haüy). — L'incidence de e^1 sur e^1 = 79°32'; de e^4 sur e_4 = 146°28'.

3. La même, avec la réunion des deux modifications e^1 et e^2, fig. 95, pl. 23. C'est la variété *unibinaire* de Haüy. Sa variété *quadrioctonale* (fig. 96) offre au contraire la combinaison des modifications e^1 et e^4. Incidence e^1 sur e^4 = 146°24'; de m sur e^1 = 115°48'; de m sur e^4 = 99°21'.

4. Le mispickel *équivalent*, Haüy. $m\ g^1\ e^1\ b^{1/2}$. Cette variété se distingue des précédentes par les faces g^1, qui rendent le prisme hexagonal, et par les faces $b^{1/2}$, qui appartiennent à un octaèdre droit à base rhombe. Incidences de $b^{1/2}$ sur $b^{1/2}$ = 118°, 84° et 129°.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES IRRÉGULIÈRES.

1. Le mispickel *bacillaire*, en cristaux minces et allongés, plus ou moins déformés, et groupés parallèlement entre eux.

2. Le mispickel *aciculaire* ou *capillaire*, en aiguilles fines ou en petits filaments raides.

3. Le mispickel *compacte*, en masses amorphes.

VARIÉTÉS DE MÉLANGES.

Le mispickel *argentifère*, Weisserz des Allemands. La proportion d'argent est généralement assez faible pour ne point influer notablement sur les caractères extérieurs du minéral. Selon Jordan, un mispickel argentifère, de la mine Félicité, à Andreasberg, contenait sur 100 parties : Fer, 36,44; argent, 0,01; arsenic, 55, et soufre, 8,34.

Le mispickel *cobaltifère* (Kobaltarsenkies; Danaïte). Dans certaines variétés de mispickel, une partie du fer est remplacée par 6 à 9 pour cent de cobalt, comme on le voit par l'analyse de la danaïte de Franconia, dans le New-Hampshire, que nous avons donnée ci-dessus, et par celle d'une variété de Skutterud en Norwège, où Schéerer a trouvé 9 pour cent de cobalt. Selon M. Dana, le minéral des Etats-Unis, auquel on a donné son nom, possède toutes les propriétés du mispickel, et doit lui être réuni. On doit aussi placer dans la même espèce le *Plinian* de Breithaupt, que les recherches chimiques et cristallographiques de Plattner et de G. Rose ont démontré n'être rien autre chose qu'une variété de mispickel.

Un autre minéral, que Breithaupt a décrit sous le nom de *Glaukodot*, n'est qu'une danaïte, beaucoup plus riche en cobalt,

et dans laquelle la proportion de ce métal peut s'élever de 24 à 30 pour cent. Si le fer disparaissait entièrement, on aurait un arseni-sulfure de cobalt, parfaitement isomorphe à l'arseni-sulfure de fer, et qu'il faudrait placer à la suite du mispickel, en lui conservant le nom de Glaukodot. Ses formes sont sensiblement les mêmes que celles de l'espèce que nous décrivons; l'angle du prisme est de 112°36'. Seulement le clivage, qui est parallèle à la base, est beaucoup plus net que dans le fer arsenical. On trouve ce minéral sous la forme de veines dans un schiste chloriteux, entre Huasco et Valparaiso au Chili, avec de la cobaltine, du cuivre pyriteux, du quarz et de l'axinite. On le rencontre aussi à Orawicza, dans le Bannat, avec du calcaire spathique jaunâtre.

Gisements et usages.—Le mispickel est tantôt disséminé dans les roches granitiques, schisteuses ou serpentineuses, ou dans les filons pierreux qui les traversent; tantôt il se rencontre dans les filons et les amas métallifères de diverse nature, et particulièrement dans ceux d'étain, à Altenberg, Geyer et Ehrenfriedersdorf en Saxe, à Zinnwald et Schlackenwald en Bohême, et dans le Cornouailles. On le trouve aussi, mais plus rarement, dans les filons argentifères et plumbifères de la Saxe (Freiberg, Braunsdorf), et c'est de là que viennent les variétés qui renferment de l'argent. Quant à celles qui sont riches en cobalt, elles proviennent surtout des environs de Skutterud, en Norwège.

Le mispickel est recherché pour la préparation de l'arsenic, de l'acide arsénieux et du sulfure d'arsenic; la variété nommée Weisserz est employée, avec d'autres minerais, pour l'extraction de l'argent; et celle qui est cobaltifère, pour se procurer le smalt ou bleu de cobalt.

18e Espèce. **Chalkosine.**

Syn. : *Cuivre sulfuré*, Haüy; *Kupferglanz* et *Kupferglas*, Werner et Hausmann.

Le sulfure de cuivre ǤuS, auquel Beudant a donné le nom de Chalkosine, et que les minéralogistes allemands nomment Kupferglanz (*Cuivre éclatant*), ou Kupferglas (*Cuivre vitreux*), a cela de remarquable qu'il est souvent intimement mêlé avec le sulfure d'argent AgS, ou l'argyrose de Beudant; et ce mélange intime des deux sulfures s'explique parfaitement bien par l'isomorphisme des deux sulfures, ou mieux, par leur iso-dimor-

phisme. Car, au premier abord, ces sulfures semblent être hétémorphes, l'un d'eux, le sulfure d'argent, cristallisant toujours, quand il est seul, sous les formes du système cubique, et l'autre, le sulfure de cuivre naturel, toujours sous les formes qui dérivent du prisme droit à base rhombe. Mais on a reconnu que chacun d'eux était dimorphe, et que les deux formes de l'un pouvaient être mises respectivement en parallèle avec les deux formes de l'autre. La chalkosine en effet a été obtenue artificiellement en octaèdre régulier (Mitscherlich ; G. Rose) ; et d'un autre côté, la stromeyérine, qui n'est que du sulfure d'argent mélangé de sulfure de cuivre, a été observée à Rudolstadt en Silésie, sous les formes de la chalkosine : ce qui prouve que le sulfure d'argent cristallise comme elle, au moins quand il est en présence du sulfure cuivreux. Ainsi donc, chaque espèce est capable de cristalliser sous deux formes, mais dont l'une s'observe bien plus fréquemment que l'autre, et celle qui est habituelle dans la première espèce n'est pas celle qui est la plus ordinaire dans la seconde. Telle est la manière de se rendre compte de l'apparence d'hétéromorphisme qu'elles présentent, malgré la ressemblance de leurs compositions chimiques.

Caractères essentiels de la Chalkosine.

Composition chimique : ЄuS, ou monosulfure de cuivre, contenant en poids les proportions suivantes : cuivre 79,73, et soufre 20,27.

Système cristallin : L'orthorhombique.

Forme fondamentale : Prisme droit à base rhombe de 119°35', dans lequel les trois axes rectangulaires *a*, *b* et *c* sont entre eux comme les nombres 0,974, 1 et 0,582. Ce prisme, représenté fig. 185, pl. 27, par la modification g^1, passe à la forme d'un prisme hexagonal pmg^1 (fig. 186), qui, vu la petite différence qui existe entre l'angle du premier prisme et celui de 120°, simule parfaitement un prisme hexaèdre régulier. Aussi Haüy et la plupart des cristallographes ont-ils cru pouvoir rapporter les formes de la chalkosine au système hexagonal. Mohs, par la mesure des angles et l'observation des formes simples et des groupements, a montré que cette détermination du système cristallin n'était pas exacte, et que les formes de la chalkosine dérivaient d'un prisme rhombique, très-rapproché du prisme limite de 120° et de 60°.

Caractères distinctifs.

TRIQUES. — Les cristaux de la chalkosine rappellent à-fait les formes du système hexagonal, et s'offrent le plus sous l'apparence de tables hexagonales, plus ou moins , implantées seules sur diverses gangues ou bien réunies druses à leur surface. Des groupements par hémitropie, et trecroisement, sont fréquents dans cette espèce.

livages prismatiques ont lieu parallèlement aux pans m, mais ils sont peu nets et ne se reconnaissent bien par chatoiement, que lorsqu'on les fait mouvoir à une vive lu-.

UES. — Densité, de 5,5 à 5,8. — Dureté, de 2,5 à 3. e conchoïde et inégale. Très-tendre et très-fragile : il est et se laisse jusqu'à un certain point couper par un instru- t chant, surtout lorsqu'il est mêlé de sulfure d'argent.

ct : Le gris de fer, plus ou moins sombre, ou le gris de noirâtre, souvent avec une teinte bleuâtre à la surface, g lement est peu brillante, mais elle acquiert un vif it par la rayure.

UES. — Sa composition normale n'admet que le cuivre le soufre; mais, dans beaucoup de variétés, une partie de cui- est remplacée par une proportion d'argent équivalente. Le re sulfuré est tellement fusible qu'il fond à la simple flamme ne bougie, quand il est en petits fragments. Il colore en re la flamme du chalumeau; traité avec la soude, il donne uton de cuivre. Soluble dans l'acide azotique : la solution nt bleue par l'addition de l'ammoniaque en excès, et pré- e du cuivre sur une lame de fer.

yses de la chalkosine :

	De Sibérie, par Klaproth.	De Rothenburg, par Ullmann.
Cuivre	78,50	76,50
Fer	2,25	0,50
Soufre	18,50	22,00

Analyse de la chalkosine de Tellemark, par Scheerer :

Cuivre	77,76
Soufre	20,43

L'échantillon de Norwège, analysé par Scheerer, lui a paru

avoir une structure cubique ; et il a conclu de cette observation que le sulfure de cuivre est dimorphe.

VARIÉTÉS.

Formes déterminables.

Modifications sur les arêtes : g^1, h^1, b^1, b^2, b^3.
— sur les angles : $e^{1/3}$, e^1.

Les principales formes simples et combinaisons observées dans la chalkosine, sont les suivantes :

1. La chalkosine en prisme hexaèdre, presque régulier, pmg^1 (fig. 186).—Incidence de m sur m = 119°35'; de m sur g^1 = 120°13'. Dans le Cornouailles, dans les mines de Redruth, et de Cooks-Kitchen, elle se présente en tables hexagonales, empilées les unes sur les autres parallèlement à leurs grandes faces, de manière que le groupe offre une apparence de structure lamelleuse.

2. La chalkosine *trapézienne*, $p b^2 e^{1/3}$ (fig. 187). En tables hexagonales, offrant des biseaux dans leur pourtour. Incidences de b^2 sur b^2, 148°20'; et 65°40' aux arêtes horizontales. — $e^{1/3}$ sur $e^{1/3}$ = 65°48'; $e^{1/3}$ sur p = 147°6'.

3. La chalkosine *uniannulaire*, Haüy, $p b^1 e^1$; semblable à la précédente, mais les faces des biseaux sont moins inclinées sur les bases. e^1 sur e^1 = 54°20' — b^1 sur b^1 (à l'endroit des arêtes horizontales) = 125°22'.

4. La chalkosine en prisme hexagonal, modifié sur les arêtes horizontales, avec une double bordure sur celles qui correspondent aux pans m du prisme fondamental. $p m g^1 e^1 b^1 b^3$ (fig. 188).

5. La chalkosine, en prisme octogone, avec une triple bordure de facettes sur les arêtes horizontales du prisme rhombique : $p m g^1 h^1 e^1 b^1 b^2 b^3$ (fig. 189). Incidence de h^1 sur m = 149°47'. Cette variété répond à celle à laquelle Haüy a donné le nom de *doublante*.

Les cristaux de chalkosine sont rarement simples : ils sont ordinairement groupés régulièrement entre eux, suivant deux lois différentes. Le plus souvent le groupement se fait de manière que l'axe de révolution soit normal, et le plan d'hémitropie parallèle à une face m du prisme de 119°35' ; il se répète avec parallélisme ou inclinaison des plans d'hémitropie successifs, en sorte que le minéral peut offrir des groupes tout-à-fait semblables à ceux de l'arragonite et de la céruse. Plus rarement, les

cristaux se groupent deux à deux en croix, comme on le voit fig. 190 : dans ce cas, l'axe de révolution est perpendiculaire, et le plan d'hémitropie parallèle à une face du rhomboctaèdre b^2. Les deux individus, semblables chacun à ceux de la variété dite *trapézienne*, sont des combinaisons ternaires des faces *m*, b^3 et $e^{1}/_{3}$, simulant des tables hexagonales avec une double rangée de facettes disposées en anneau ; mais la double pyramide, produite par ces facettes, a des angles à la base de deux valeurs différentes (65°28', et 65°45'). Les axes des deux cristaux, et par conséquent aussi les faces basiques *p*, *p'*, forment un angle de 88°9' d'un côté, et 91°51' de l'autre côté : ces axes sont donc à peu près perpendiculaires l'un sur l'autre.

Les formes du cuivre sulfuré ont été décrites par Haüy comme étant rigoureusement hexagonales, et cette manière de voir a été partagée par Beudant et Dufrénoy, bien que depuis longtemps Mohs ait parfaitement établi, par la mesure des angles, comme par l'observation des formes simples et des groupements, que la forme primitive est un prisme rhombique, mais un prisme très-rapproché du prisme-limite de 120° et de 60°. L'exactitude de cette détermination est admise aujourd'hui par tous les minéralogistes.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES ACCIDENTELLES.

1. Chalkosine *lamellaire*, ou *feuilletée*. Cette structure est due, non-seulement à un véritable clivage, mais surtout à une accumulation parallèle de cristaux laminiformes. En Cornouailles.

2. Chalkosine *compacte*, ou *vitreuse*. C'est le minerai vitreux, qui est la variété la plus commune, la plus abondante, et la plus précieuse au point de vue industriel. Elle est souvent mêlée d'oxyde rouge de fer.

3. Chalkosine *pseudomorphique*.

a. Spiciforme. Vulgairement Cuivre, et Argent en épis. Elle est en petites masses ovales, aplaties, relevées par des saillies noirâtres en forme d'écailles; elle ressemble à un petit cône de pin, ou à un épi de graminée, qui aurait été fortement comprimé ; aussi, parmi les naturalistes, les uns attribuent l'origine de cette variété à des portions de cône du genre *Cupressus*, que la matière de la chalkosine aurait remplacées, tandis que les autres pensent que les types de la pseudomorphose sont les épis d'un gramen du genre *Phalaris*. Ce cuivre sulfuré est moins pur que les autres,

et il est souvent argentifère, ce qui explique la dénomination particulière qu'on lui donne quelquefois d'argent en épis. Ce cuivre spiciforme se trouve à Frankenberg, en Hesse.

b. Xyloïde, en tiges ligneuses, minéralisées par le sulfure cuivre. Dans le Mansfeld ; et dans le Bannat, en Hongrie (mines de Moldawa et de Szaska).

Gisements et usages. — La chalkosine est en général une substance accidentelle des différents gîtes de cuivre pyriteux, dans le Cornouailles, la Hesse, le Mansfeld, le Bannat, etc.; mais ce n'est que dans les mines de l'Oural et de l'Altaï, en Sibérie, que cette substance devient abondante, et qu'elle est l'objet d'exploitations particulières, tandis qu'au contraire le cuivre pyriteux manque là presque entièrement et semble y avoir été remplacé par le sulfure simple de cuivre. La chalkosine s'y présente en amas, en filons, en rognons disséminés dans les schistes cristallins primitifs, dans les roches de transition, et dans les dépôts les plus anciens du sol secondaire. Les plus beaux cristaux de ce minéral viennent des mines des environs de Redruth, en Cornouailles, et c'est ce qui lui a fait donner quelquefois le nom de *Redruthite*; là, le minerai se présente en filons, comme aussi dans les mines des environs de Freiberg, en Saxe. Les variétés compactes se rencontrent disséminées dans des lits, sous forme de plaques ou de rognons, dans le Bannat de Temeswar, dans les monts Ourals et Altaï; dans le Mansfeld, la Thuringe et la Hesse, au milieu du schiste bitumineux, dit *Kupferschiefer*. On trouve encore la chalkosine dans le district de Siegen ; dans les mines de Kupferberg et de Rudelstadt, en Silésie ; en Suède, en Norwège et dans d'autres contrées.

Le cuivre sulfuré est un des minerais de cuivre les plus purs et les plus riches. Il forme quelquefois des amas ou des filons très-puissants qui renferment aussi du cuivre rouge ou cuivre oxydulé, du cuivre pyriteux, de la malachite, etc.

En fondant ensemble du cuivre et du soufre, ou bien par la simple fusion du sulfure de cuivre naturel, on peut obtenir ce sous-sulfure cristallisé sous la forme de l'octaèdre régulier, comme M. Mitscherlich l'a fait voir le premier ; ce fait a été confirmé ensuite par les observations de MM. Gustave et Henri Rose. Le sous-sulfure de cuivre est donc une combinaison chimique qui admet le dimorphisme.

Sous le nom de *Digénite*, Breithaupt a décrit un cuivre sulfuré, qui paraît être composé de deux sulfures, savoir : le sous-

sulfure $\text{Cu}S$ dont il vient d'être question, et le mono-sulfure CuS. Ce nouveau sulfure, dont la cristallisation n'est pas connue, est d'un gris de plomb noirâtre, très-tendre, et d'une densité égale à celle de la chalkosine; il est formé, sur 100 parties, de 71 de cuivre et de 29 de soufre. On le rencontre, avec la chalkosine cristallisée, à Sangerhausen, en Thuringe, et avec la cuproplumbite dans le Chili.

La substance nommée *Harrisite*, de la mine de Canton, en Géorgie, paraît être identique par sa composition avec la chalkosine, et cependant elle présente une apparence de clivage cubique; on a supposé, à cause de cela, qu'elle pourrait bien être une pseudomorphose provenant de la galène, qui aurait conservé des traces de la division mécanique, propre à cette dernière substance.

19e Espèce. Stromeyérine.

Syn. : *Silberkupferglanz*, Hausmann; *Sulfure de cuivre et d'argent* de Bournon; *Cuivre sulfuré argentifère*.

Cette substance, d'un aspect métallique et d'un gris de plomb ou d'acier noirâtre, fragile, molle et brillante dans sa cassure, n'est qu'un mélange isomorphique des deux sulfures d'argent et de cuivre; elle cristallise comme le sulfure de cuivre naturel. On a trouvé en effet à Rudelstadt, en Silésie, des cristaux de stromeyérine qui présentaient les formes ordinaires et même les groupements caractéristiques de la chalkosine; ce n'est donc qu'un cuivre sulfuré mêlé de sulfure d'argent. Mais, parce que le mélange paraît se faire à proportions atomiques égales, de manière à pouvoir être représenté par la formule $\text{Cu}S + AgS$, la stromeyérine doit être considérée comme une espèce intermédiaire, qui est à l'égard des deux sulfures simples, ce que la dolomie est aux carbonates simples de chaux et de magnésie. On a trouvé, en effet, dans les variétés provenant des mines de Schlangenberg, en Sibérie, et de Rudelstadt, en Silésie, des proportions qui se rapprochent beaucoup de la composition normale, correspondante à la formule ci-dessus, et qui conduit aux rapports suivants : sur 100 parties, argent 52,9, cuivre 31,4, et soufre 15,7. On voit que ce minerai est très-riche en argent, et les mineurs le désignent par le nom d'*argent gris*, déjà donné par eux à d'autres minerais de cuivre argentifères (chalkosine argentifère; tétraédrite argentifère).

La densité de la stromeyérine est de 6,25. Sa dureté de 2,5. Sa cassure est imparfaitement conchoïde, et presque plate. Elle fond aisément au chalumeau en un globule gris, assez éclatant, qui communique aux flux ordinaires les couleurs caractéristiques du cuivre, et qui, traité avec du plomb par la coupellation, finit par donner un bouton d'argent. Elle est soluble dans l'acide azotique : la solution précipite du cuivre sur une lame de fer, et de l'argent sur une lame de cuivre.

Analyses de la stromeyérine :

	De Schlangenberg, par Stromeyer.	De Rudelstadt, par Sander.
Argent.	52,27	52,71
Cuivre.	30,48	30,95
Fer.	0,33	0,24
Soufre.	15,78	15,92

D'autres analyses, faites par Domeyko et Lampadius sur des cuivres sulfurés argentifères venant du Chili et des environs de Freiberg, montrent que les proportions entre les deux sulfures composants peuvent osciller beaucoup, en s'écartant plus ou moins, dans un sens ou dans l'autre, de la composition moyenne que nous venons d'indiquer, ce qui s'explique naturellement par l'isomorphisme des deux sulfures.

D'après Domeyko, dans les minerais du Chili, la teneur en argent varie entre 3 et 29 pour cent. Lampadius a trouvé, dans un cuivre sulfuré de la mine Junge hohe Birke, près Freiberg, une quantité de sulfure d'argent égale à 18,5.

Si la stromeyérine d'Europe et de Sibérie s'accorde par sa forme cristalline avec la chalkosine, il paraît qu'un autre cuivre sulfuré argentifère, trouvé à Jalpa au Mexique, ressemblerait au contraire par la sienne à l'argyrose, et cela sans doute parce que ce dernier sulfure est en quantité prédominante. D'après une analyse de Richter, sa composition peut être représentée par la formule $\text{Ɠ}uS + 3AgS$; ou, en poids, par les proportions suivantes : argent 71,76 ; cuivre 14,02 ; et soufre 14,22. Ce minerai, qui a été examiné et décrit par Breithaupt, sous le nom de *Jalpaïte*, cristallise en cubes et en octaèdres réguliers.

La stromeyérine serait un minerai très-précieux, si elle était plus abondante ; mais elle n'est guère connue qu'en petites masses, le plus souvent compactes, qui proviennent des mines de Schlangenberg, près Kolyvan, en Sibérie, où elle accompagne

le cuivre sulfuré et le cuivre pyriteux. Les variétés cristallisées, qui sont d'une extrême rareté, viennent de Rudelstadt en Silésie. On la trouve aussi au Chili, dans les mines de San-Pedro, et de Catemo; et à Combavalla, au Pérou. Elle a été décrite pour la première fois et distinguée comme espèce particulière par Stromeyer.

Après la stromeyérine, vient un petit genre fort naturel, composé de trois espèces isomorphes, qui se rapportent à la formule très-simple r^2S^3. Ce sont des sesquisulfures de trois métaux rhomboédriques, le bismuth, l'antimoine et l'arsenic.

20e Espèce. Bismuthine.

Syn. : *Wismuthglanz,* Werner; *Bismuth sulfuré.*

Substance d'un aspect métallique, d'un gris de plomb ou d'un gris d'acier clair, tirant sur le blanc d'étain; et présentant quelquefois une nuance de jaunâtre ou des teintes irisées à sa surface; cristallisant en prismes allongés ou en longues aiguilles, comme le sulfure d'antimoine avec lequel il est isomorphe; ces prismes ou aiguilles sont fortement striées dans le sens longitudinal; ils dérivent d'un prisme rhombique droit, de 91°, clivable avec beaucoup de netteté, comme celui de la stibine, dans le sens de la petite diagonale et longitudinalement. Des cristaux artificiels de sulfure de bismuth, observés par G. Rose, lui ont donné pour valeur de l'angle du prisme fondamental, 90°40'. Phillips avait déjà remarqué le parfait accord du sulfure artificiel avec le sulfure naturel, sous le rapport de la cristallisation.

Comme la stibine (ou l'antimoine sulfuré), elle est composée, suivant la formule Bi^2S^3, de deux atomes de bismuth et de trois atomes de soufre : ou bien, en poids, de bismuth 81,5, et soufre 18,5.

Analyses de la bismuthine :

	De Riddarhyttan, par H. Rose.	De Rezbanya, par Wehrle.
Bismuth	80,98	80,96
Soufre	18,72	18,28

La bismuthine a une densité de 6,5 ; sa dureté est faible et inférieure à celle du calcaire; elle est de 2,5 au plus. Indépendamment du clivage longitudinal et diagonal, qui est d'une

grande netteté, il y a des traces de clivages basique et prismatique. Le prisme fondamental porte souvent des indices de modifications sur les arêtes verticales; et les stries ne sont que le résultat d'une combinaison par alternance de ces facettes avec celles du premier prisme.

La bismuthine est fusible à la simple flamme d'une bougie; fondue sur le charbon, elle entre en ébullition, éclabousse, et projette des gouttelettes incandescentes, couvre le charbon d'oxyde jaune, et donne pour résidu un globule de bismuth. Elle est soluble lentement dans l'acide azotique; la solution est troublée par une addition d'eau, et précipite en noir par les hydrosulfates.

La bismuthine se rencontre habituellement sous la forme de longues aiguilles rhomboïdales, striées sur leur longueur, que l'on peut comparer à celles de la stibine : ces aiguilles présentent quelquefois une face perpendiculaire à l'axe, et des traces de clivage parallèlement à cette face; ces aiguilles sont quelquefois très-déliées, et presque capillaires. On la trouve en petites masses, engagées dans diverses gangues, et ayant une texture lamellaire ou fibreuse. C'est un minerai très-rare, qu'on trouve dans les filons ou dans les couches des terrains primitifs: à Bastnaës, près de Riddarhytta en Suède, où il accompagne la cérite et le cuivre pyriteux; à Johann-Georgenstadt, Altenberg et Schneeberg en Saxe; à Joachimsthal en Bohême, où il s'associe au bismuth natif; à Bieber, dans le Hanau; à Redruth et Botallack en Cornouailles; et à Calbeckfell en Cumberland.

Il faut bien se garder de confondre avec le sulfure simple de bismuth, comme l'ont fait plusieurs minéralogistes, des minerais de bismuth qui contiennent du nickel, du plomb, du cuivre et de l'argent, et qui, pour la plupart, appartiennent aux sulfures multiples. Tel est le *Nickelwismuthglanz*, dont il a déjà été question dans ce volume (*voyez* page 344); et les substances désignées sous les noms de *Nadelerz*, de *Wismuthsilbererz*, de *Wismuthbleierz*, de *Kupferwismutherz*, qu'on trouvera plus loin rangées selon l'ordre méthodique dans la série des sulfures multiples ou sulfo-sels. C'est à tort que Haüy les avait placées par appendice dans l'espèce que nous venons de décrire.

21e Espèce. Stibine (Beudant.)

n. : *Antimoine sulfuré*, Haüy; *Antimonit*, Haidinger; *Stibnite*, Dana; *lanz*; *Grauspiessglanzerz*, Weiss et Hausmann; *Stibium*, Plin., n et *Stimmi*, Dioscor.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Sb^2S^3; en poids : antimoine, 72,77; ıfre, 27,23.

Forme fondamentale : Rhomboctaèdre droit, de 109°16', 08°10', et 110°58'; fig. 26, pl. 20 (Mohs).

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme primitive ou noyau hypothétique : e prisme rhombique de 90°45' (fig. 27), dans lequel $h : b = 1$: ı,685. Ce prisme a même hauteur que l'octaèdre fig. 26, et ses ıs circonscrivent celui-ci en touchant ses arêtes latérales.

Clivage : très-net, parallèlement à la petite diagonale de la orme primitive ou à la face h^1 (fig. 28); des clivages beaucoup noins sensibles s'observent parallèlement aux faces b^1 de l'ocaèdre, fig. 26, et aux faces *p m* du noyau, fig. 27.

Stries : Les pans *m*, *m* sont fortement striés dans le sens lonitudinal; ce qui dénote dans les cristaux une tendance à prenre l'apparence bacillaire ou cylindroïde. Les faces des octaèlres, qui proviennent des modifications sur les arêtes *b*, *b*, sont uelquefois striées horizontalement; et il en est de même de la ace principale de clivage.

Cassure : imparfaitement conchoïdale.

Les cristaux sont généralement allongés dans le sens de leur xe; les faces de leurs sommets ont rarement de la netteté; et ls se présentent habituellement sous la forme aciculaire ou spiulaire (Spiessig.). De là les noms de Spiessglanzerz, Spiessglaserz, ous lesquels ce minerai est connu en Allemagne, et ceux de *piessglanz*, *Spiessglas* que les Allemands ont donnés au métal me qui en provient.

Physiques. — Dureté : 2. tendre; les lames minces, données ar le clivage, sont légèrement flexibles. — Densité : 4,6.

Aspect : éclat métallique, quelquefois très-brillant. Couleur 'un gris de plomb, tirant sur le gris d'acier. Par suite d'une ltération superficielle, il est quelquefois orné des plus belles

couleurs d'iris. Sa poussière est d'un gris noirâtre, et tache fortement le papier, comme le graphite.

CHIMIQUES. — Très-facilement fusible : il fond à la simple flamme d'une bougie ; sur le charbon, il fond, en s'entourant d'un dépôt blanc, en répandant des vapeurs blanches et une odeur sulfureuse, et il finit par disparaître entièrement. Il donne par le grillage dans un tube ouvert un sublimé d'acide antimonieux mêlé d'oxyde d'antimoine. Il est attaqué par l'acide chlorhydrique, avec dégagement de gaz sulfhydrique ; par l'acide azotique, avec formation d'un précipité blanc, soluble dans l'acide chlorhydrique, dont il est ensuite séparé, quand on étend d'eau la dissolution. Il est encore attaqué par une solution bouillante de potasse caustique, laquelle dépose par le refroidissement une poudre rouge brune (Kermès minéral).

Analyses de la Stibine :

	Par Proust.	Par Brandes.
Antimoine	75	73,50
Soufre	25	26,50
	100	100,00

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : $h^1 g^1 b^1 b^3$.

— sur les angles : $a^3 a^4$ $(b^1 b^{1/3} h^{1/2})$ $(b^1 b^{1/3} h^{1/4})$.

Combinaisons.

1. Stibine *quadrioctonale,* Haüy ; $m b^1$. La figure 28, pl. 20, moins les facettes h^1. b^1 sur $b^1 = 108°10'$; b^1 sur $m = 145°29'$.

2. Stibine *sexoctonale*, Haüy ; $m\ h^1\ b^1$ (fig. 28) h^1 sur $m = 134°37'$.

3. Stibine en prisme à six pans, terminé comme la variété précédente, par un sommet pyramidal, mais plus surbaissé. $m\ h^1\ b^3$ (fig. 29). b^3 sur $b^3 = 144°18'$; $143°49'$; $51°45'$; b^3 sur $m = 115°52'$.

En ajoutant aux deux variétés précédentes les faces g^1, qu'on observe très-rarement, on aurait les variétés *dioctaèdre* et *binotriunitaire* de Haüy.

4. La variété sexoctonale, plus huit facettes $i = (b^1 b^{1/3} h^{1/2})$, fig. 30, pl. 20. Les facettes i prolongées formeraient un octaè-

plus aigu que celui des faces b^1. On aperçoit encore d'autres petites facettes i^1, qui produiraient un quatrième octaèdre, et qui résultent de la loi $(b^1 b^{1/3} h^{1/6})$.

De plus, on remarque sur certains cristaux quatre facettes, ant de la loi a^3, ou a^4, et qui par leur prolongement donent un prisme rhombique horizontal, situé parallèlement petite diagonale de la forme primitive. a^3 sur a^3 = 113°30'; et sur a^4 = 127°51'.

Formes et structures accidentelles.

Stibine *cylindroïde*; en gros canons cannelés, dont la cassure longitudinale offre une face de clivage d'un poli très-vif, et qui se réunissent souvent en faisceau. Il en est qui ont plus d'un centimètre d'épaisseur, et dont la cassure a tant d'éclat qu'on leur a donné le nom d'antimoine spéculaire. En France, dans le département du Puy-de-Dôme.

Stibine *aciculaire*, en aiguilles rayonnées, tantôt épaisses et tantôt déliées, souvent accompagnées de barytine. En France; en Hongrie.

Stibine *capillaire;* le Federerz de Werner, en partie. En filaments soyeux, d'un gris sombre, entremêlés et souvent comme feutrés. On a longtemps confondu avec cette variété une substance d'un gris-bleuâtre, en petites fibres agglomérées, dans laquelle M. Henry Rose a reconnu la présence du plomb en quantité notable, et que nous décrirons plus loin sous le nom de Federerz de Wolsberg, ou de plumosite. — A Freiberg, et à Braunsdorf, en Saxe; et à Stollberg, dans le Harz.

Stibine *lamellaire*, en petits cristaux aciculaires, mêlés entre eux, et présentant dix facettes dans tous les sens.

Stibine *compacte*, d'un gris de plomb, et offrant une certaine analogie d'aspect avec plusieurs minerais de manganèse, dont elle se distingue aisément par les caractères pyrognostiques.

L'antimoine sulfuré passe par épigénie, et en conservant sa forme et même sa structure, à d'autres espèces qui seront décrites à leur place. C'est ainsi que par une oxydation partielle il se transforme souvent en kermès, ou en antimoine oxy-sulfuré rouge, dont la teinte d'un rouge mordoré approche quelquefois du rouge de la cochenille. Par une oxydation ultérieure, il se change en oxyde blanc d'antimoine (valentinite ou exitèle), ou bien en ocre jaune d'antimoine, soit anhydre, soit hydraté.

Haüy rapportait à cette espèce plusieurs minerais contenant du sulfure d'antimoine, mais combiné avec d'autres sulfures, et qui, pour cette raison, doivent prendre place dans la série des sulfures multiples : tels sont, entre autres, la Bournonite, qu'il appelait antimoine sulfuré plumbo-cuprifère ; et le Schwarzspiessglaserz de Werner, ou antimoine noir. Il rangeait aussi à côté de la stibine le Nickelspiessglaserz de Werner, que nous avons décrit ci-dessus sous le nom de Ullmannite.

Gisements et usages. — L'antimoine sulfuré, quoique peu abondant dans la nature, se rencontre cependant assez communément dans quelques pays, pour y être un objet d'exploitation : c'est en effet le principal, et l'on pourrait presque dire le seul minerai que l'on recherche pour l'extraction de l'antimoine. Il constitue à lui seul des filons, généralement peu étendus, dans le sol granitique et dans les terrains schisteux cristallins (Auvergne ; Maroc ; Hongrie, etc.); plus rarement il se rencontre en veines ou en amas au milieu des terrains secondaires (mine de Perette, près de Monte-Cavallo, en Toscane). Le sulfure d'antimoine est assez abondant en France, dans le département de l'Isère, et en divers points du pourtour du grand plateau central : on le trouve en filons, qui traversent le granite et le gneiss, dans le Cantal, le Puy-de-Dôme (mine de Pontgibaud), la Haute-Loire, la Lozère, et enfin l'Ardèche où est la mine bien connue de Malbosc. On le rencontre aussi à Wolfsberg, et Clausthal dans le Harz ; à Mobendorf et Braunsdorf, en Saxe ; à Michelsberg et Przibram, en Bohême ; à Kremnitz, Schemnitz et Felsöbanya, en Hongrie. Enfin, il existe aussi en Angleterre, dans le Cornouailles.

Le principal emploi de l'antimoine sulfuré est celui qu'on en fait pour en extraire l'antimoine métallique, dont nous avons fait connaître les usages particuliers, page 236. Pour extraire de ce minerai le métal qu'il renferme, on le traite de la même manière que la galène ; ou bien on le grille à l'air libre, et l'on réduit ensuite l'oxyde qui s'est formé, à l'aide du charbon ; ou bien, on le traite par le feu, à une température modérée. L'antimoine ne se volatilisant qu'à la chaleur blanche, on l'obtient à l'état de fusion, et on le coule dans des moules sphériques ; c'est ordinairement sous cette forme arrondie qu'il est livré au commerce. On emploie aussi quelquefois le sulfure en nature, et à cause de la propriété qu'il a de tacher les corps blancs en gris de plomb, on le fait entrer, avec le graphite, dans la composition des crayons communs de mine de plomb.

22e Espèce. Orpiment.

Syn. : *Arsenic sulfuré*, Haüy ; *Auripigmentum*, Pline ; *Rauschgelb* ; *Gelbe Arsenblende* ; Hausmann et Naumann.

Caractères essentiels.

Composition chimique : As^2S^3 ; en poids, soufre 39,10, et As = 60,90.

Système cristallin : L'orthorhombique.

Forme fondamentale : Le rhomboctaèdre (fig. 126, pl. 10), dans lequel $a:b:c = 0{,}67 : 1 : 0{,}60$, suivant les mesures de Mohs ; et dont les angles dièdres sont : 131°36' ; 94°20' ; et 105°6'.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme de clivage incomplète : un clivage très-net a lieu parallèlement à la section principale qui passe par la petite diagonale ; de simples indices s'observent parallèlement à la grande diagonale. Les faces du clivage le plus parfait sont striées verticalement. Les cristaux se divisent en lames avec la même facilité que ceux du gypse.

Physiques. — Densité : 3,48. — Dureté : tendre et flexible, en lames minces, sans élasticité, comme le gypse.

Aspect extérieur : demi-transparent, ou seulement translucide sur les bords. Eclat nacré, métalloïde sur les faces du clivage le plus net, résineux ou gras sur les autres faces. Couleur d'un jaune citron ou jaune orangé très-vif : la surface des lames offre souvent des reflets d'un jaune doré ; la couleur de la râclure est la même, seulement un peu plus pâle.

Chimiques. — Les mêmes que ceux du sulfure rouge d'arsenic ou réalgar, avec cette différence qu'il donne par sublimation dans le tube fermé un dépôt cristallin de couleur jaune.

Analyses :

	Par Klaproth.	Par Laugier.
Soufre.	38	38,14
Arsenic.	62	61,86
	100	100,00

Si l'on compare les analyses précédentes de l'orpiment à celles du réalgar, on voit que ces deux substances sont composées des

mêmes éléments dans des proportions différentes; mais la différence des proportions, qui n'est que de 6 à 7 pour cent relativement à l'arsenic, a paru assez faible à une époque où les méthodes analytiques étaient moins parfaites qu'elles ne le sont maintenant, et où les résultats des analyses n'étaient ni discutés ni contrôlés à l'aide de la théorie atomique, pour qu'elle pût être regardée par Haüy comme accidentelle; aussi ce minéralogiste confondait-il les deux substances en une seule espèce, ne voyant dans l'orpiment qu'une variété particulière de couleur, produite par l'altération du réalgar. La facilité avec laquelle cette dernière substance se décompose à la lumière, et passe à un état terreux, semblait venir à l'appui de cette manière de voir. Mais aujourd'hui, il n'est plus permis de conserver le moindre doute sur la différence de nature de ces deux corps, qui se distinguent et par leur forme cristalline et par leur composition chimique. La théorie atomique a démontré la réalité de la différence que montrent leurs analyses, en l'expliquant: on voit, en effet, par les formules que nous avons données, que pour une même quantité d'arsenic, savoir deux atomes, il y a un atome de soufre de plus dans l'orpiment que dans le réalgar. Tel est le fondement de la distinction des deux espèces.

VARIÉTÉS.

Formes déterminables.

Les cristaux d'orpiment sont très-rares, et peu nets de forme, à cause de leur peu de dureté, et de la tendance qu'ils ont à s'arrondir. Aussi ne peut-on regarder que comme approximatives les mesures d'angles et la détermination qui en ont été données par Mohs. D'après l'isomorphisme bien connu de l'antimoine et de l'arsenic, et l'analogie de composition de la stibine et de l'orpiment, ces deux substances doivent être isomorphes; leurs cristaux appartiennent évidemment au même système cristallin; ils offrent un autre rapport de ressemblance dans ce clivage à peu près unique et d'une grande netteté, qui se montre en eux parallèlement à l'axe; mais jusqu'à présent les formes extérieures que l'on connaît dans les deux espèces, et qui sont en petit nombre, ne fournissent aucune donnée suffisante pour confirmer ces premières indications relativement à leur isomorphisme. Il y a lieu d'espérer que les observations ultérieures, en aug-

mentant et rectifiant nos connaissances sur la cristallisation de ces deux corps, finiront par mettre ce fait hors de toute contestation.

Les cristaux d'orpiment sont généralement des prismes à quatre ou à six pans, terminés par des sommets semblables à ceux des cristaux de topaze. Le prisme *pmm*, fig. 20, pl. 19, circonscrit latéralement à l'octaèdre fondamental, se montre sur le plus grand nombre de ces cristaux, et c'est pourquoi plusieurs cristallographes l'ont adopté pour forme primitive, en réglant ses dimensions sur celles de l'octaèdre. Dans ce prisme, les pans *m*, *m* font entre eux l'angle de 117°49'; et le côté *b* de la base est à la hauteur *h* à peu près comme 13 : 23. La figure 21 représente une des formes secondaires, rapportée au prisme précédent. Dans ce cristal, l'un de ceux qui ont été décrits par Mohs, l'incidence de g^3 sur $g^3 = 79°20'$; et celle de *o* sur *o* dans un des sommets $= 83°37'$. La face g^1 est parallèle à la petite diagonale, et par conséquent dans le sens du clivage le plus parfait. Les cristaux d'orpiment viennent de Tajowa, près de Neusohl, en Hongrie, où ils sont engagés dans une marne ferrugineuse, avec des cristaux de réalgar, de quarz et de calcaire spathique.

FORMES ET STRUCTURES ACCIDENTELLES.

1. *Orpiment lamellaire.* En petites masses composées de lames nacrées, qui se détachent facilement les unes des autres, et en se déchirant pour ainsi dire, comme les lamelles du talc ou du gypse nacré.

2. *Orpiment granulaire.* En masses approchant plus ou moins de la compacité, et présentant toujours cependant des grains assez distincts.

3. *Orpiment testacé* ou *oolithique.* En globules testacés, aggrégés ensemble comme les oolithes calcaires. A Ohlalapos, en Transylvanie.

4. *Orpiment compacte.* Offrant des passages à la variété granulaire.

5. *Orpiment terreux.* En petites masses, faiblement aggrégées, et passant à la variété compacte.

Gisements et usages. — L'orpiment se rencontre dans les mêmes circonstances géologiques que le réalgar, qu'il accompagne fréquemment : on le trouve dans les solfatares, dans les filons métalliques, et aussi dans les terrains de cristallisation et

les couches sédimentaires qui les avoisinent, notamment dans des dolomies et gypses grenus, et dans des marnes argileuses. Il existe en Hongrie à Moldawa, et au mont Szokolowa, près Tajowa; à Kapnick, et Felsobanya, avec réalgar, blende et barytine cristallisée, dans une roche porphyrique; à Nagybanya, avec l'argent natif, dans un diorite.

On le trouve aussi en Géorgie, près de Gumischcana; en Valachie, et dans la Turquie asiatique. La Suisse, le Tyrol, le Harz, le Vésuve, en offrent dans les endroits mêmes où nous allons indiquer le réalgar. Enfin, on le cite encore à Rothendal, paroisse d'Elfdal, en Dalécarlie, à Zimapan, au Mexique, en Perse et en Chine.

L'orpiment du commerce vient du Levant. Il est employé dans la peinture sous le nom d'orpin jaune. On lui donnait anciennement celui d'*auri pigmentum*, qui veut dire *peinture d'or*, et d'où est venue la dénomination actuelle d'orpiment. On s'en est servi pour teindre en jaune les bois blancs et leur donner l'aspect du buis. Les Orientaux en font un dépilatoire, que les Turcs nomment *rusma*, et qui leur sert à se rendre chauves sur le sommet de la tête, ce qui est chez ces peuples un genre de beauté.

Scacchi a décrit sous le nom de *dimorphine* un minéral en petits cristaux d'un jaune orangé, formés par les fumaroles de la solfatare des champs Phlégréens près de Naples, et qui paraissent être un sulfure d'arsenic moins riche en soufre que l'orpiment, car il croit pouvoir représenter leur composition par la formule As^4S^3. Si cette formule est exacte, ils ne contiendraient que 24,5 de soufre sur cent parties. Ce minéral cristallise, comme l'orpiment, dans le système rhombique; et il offrirait deux types de formes très-distincts : l'un prismatique avec un angle de 96°34', c'est le plus ordinaire; l'autre pyramidal ou octaédrique.

IIIe Tribu. KLINORHOMBIQUES.

23e ESPÈCE. **RÉALGAR.**

Syn. : *Arsenic sulfuré rouge,* Haüy; *Rothes Rauschgelb,* Werner; *Rauschroth,* Weiss.

Caractères essentiels.

Composition chimique : AsS, ou $\text{As}S^2$; en poids : S = 29,97; As = 70,03.

Système cristallin : Le klinorhombique.

Forme fondamentale : Le prisme klinorhombique *pmm* (fig. 17, pl. 19), dans lequel *m* sur *m* = 74°28'; *p* sur *m* = 104°12'; et *b* ou *d* : *h* = 3,6 : 1 (1).

Caractères distinctifs.

GÉOMÉTRIQUES. — Forme primitive ou de clivage : le prisme rhomboïdal oblique *pmm* (fig. 17, pl. 19). Les clivages parallèles aux différentes faces sont assez nets, surtout celui qui répond à la base ; il y a également un clivage facile dans le sens des diagonales obliques.

Stries : verticales sur les pans des prismes. La base *p* est quelquefois striée parallèlement à la diagonale oblique.

PHYSIQUES. — Densité : 3,56. — Dureté : de 1,5 à 2. — Tendre et fragile. — Cassure inégale.

Transparence : assez nette dans les cristaux purs et intacts ; mais le réalgar s'altère lentement au contact des rayons solaires, change de couleur, se fendille et devient opaque.

Éclat gras : prenant par le poli un aspect semi-métallique.

Couleur : celle de la masse est d'un rouge-aurore ; celle de la poussière, d'un jaune orangé.

Électricité : négative, par le frottement.

CHIMIQUES. — Fusible et volatil dans le tube fermé et se déposant en petits cristaux rouges à la partie supérieure ; brûlant dans le tube ouvert, avec dégagement d'odeur d'ail et de fumée d'acide arsénieux ; brûlant sur le charbon avec une flamme

(1) Nous adoptons les mesures données par M. Descloizeaux. (Voir *Ann. de Chimie,* 3e série, t. X.)

bleue. L'acide azotique le décompose : la potasse caustique le réduit en une matière d'un brun-marron.

Analyses du réalgar :

	Par Klaproth.	Par Langier.
Soufre.	31	30,43
Arsenic.	69	69,57
	100	100,00

VARIÉTÉS.

FORMES ET STRUCTURES ACCIDENTELLES.

Modifications sur les arêtes : h^1, h^3, g^1, b^1, $b^{1/4}$.

— sur les angles : e^1, o_3, a_3, $a^{1/2}$, $a^{1/4}$.

Les principales formes observées dans la nature, sont les suivantes :

1. Le réalgar *primitif*, pmm (fig. 17, pl. 19). Cette forme, l'une des plus simples de la série, est fort rare.

2. Le réalgar *octodécimal*, Haüy $pmh^3b^{1/4}e^1$. La variété suivante, moins les faces g^1.— Incidence de h^3 sur h^3 = 113°17'; de p sur h^3 = 109°48'. Dans quelques variétés, les faces h^3 deviennent dominantes; et comme on observe quelques indices de clivage parallèlement à ces faces, le prisme ph^3h^3 a été choisi comme primitif par Levy.

3. Le réalgar *bisdécimal*, Haüy, $pmg^1h^3b^{1/4}e^1$ (fig. 18, pl. 19). — Incidence de m sur h^3 = 160°34'; de m sur g^1 = 142°47'.

4. Le réalgar *octoduodécimal*, Haüy, $pmh^1h^3g^1b^1a^{1/2}$ (fig. 19, pl. 19). De beaux échantillons de ces deux dernières variétés s'observent à Nagyag, et à Kapnick en Transylvanie. Les mines de Neusohl en Hongrie fournissent aussi de beaux cristaux, sur lesquels on rencontre, avec les faces précédentes, plusieurs autres facettes, dont M. Descloizeaux a donné la détermination dans sa monographie du réalgar.— Incidence de h^1 sur $a^{1/2}$ = 106°27'.

Les cristaux de réalgar n'ont point offert jusqu'à présent de groupements remarquables. Ils ont généralement l'aspect de prismes assez courts, dans lesquels dominent les deux zônes de faces, qui marchent parallèlement à l'axe et à la diagonale oblique.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES ACCIDENTELLES.

Réalgar *bacillaire*. En cristaux prismatiques déformés, groupés parallèlement à leur longueur.

Réalgar *compacte*. En petites masses amorphes, quelquefois finement grenues.

Réalgar en *enduit superficiel*.

Gisements et usages.— Le réalgar, produit en général par sublimation dans la nature, se rencontre en cristaux implantés, en druses cristallines, en enduit ou efflorescence, soit dans les produits des volcans ou des solfatares, soit dans l'intérieur des filons métallifères, particulièrement dans ceux qui sont remplis par des minerais d'argent, de plomb et de cobalt. Ses principaux gisements sont en Hongrie et en Transylvanie, à Moldawa, Tajowa, Felsöbanya, Kapnick et Nagyag ou Nagybanya, où il est accompagné d'orpiment, d'arsenic natif, de bismuth, de panabase, de chalkopyrite, de blende, etc. On le trouve aussi dans les mines d'Andreasberg, au Harz, de Schneeberg en Saxe, de Joachimsthal en Bohême; de Sainte-Marie-aux-Mines, dans les Vosges. Il existe en Suisse, au Saint-Gothard et dans la vallée de Binnen, disséminé en petites veinules dans la dolomie grenue, avec pyrite; à Falkenstein et à Hall en Tyrol, il est dans un gypse grenu avec l'orpiment et la blende; à Huancavelica, au Pérou, dans un psammite. Celui des terrains volcaniques se rencontre à la solfatare de la Guadeloupe, où il est connu sous le nom de soufre rouge ; à celle de Pouzzole près de Naples; au Vésuve, dans le courant de lave de 1794 ; à l'Etna, en Sicile; dans le volcan de Bungo, dans l'île de Ximo ou de Kiousiou au Japon ; au mont de Kianfiou, à 5 journées de marche de Nanking, en Chine.

Le réalgar a porté les noms de rubine d'arsenic, et d'orpin rouge. Les anciens le désignaient sous le nom de sandaraque. Comme sa poussière est d'un beau rouge orangé, il est employé comme couleur dans la peinture. On en fait en Chine des pagodes, et des vases purgatifs, dont on se sert en y faisant infuser des acides végétaux, que l'on boit ensuite; en Sibérie, on l'administre sans crainte contre les fièvres intermittentes. Quoique les effets soient moins prompts que ceux de l'oxyde d'arsenic, il n'en est pas moins un poison très-actif, lorsqu'il n'est pas dosé avec prudence.

24e Espèce. Kermès.

Syn. : *Antimoine oxydé sulfuré*, Haüy ; *Antimoine rouge* ; *Soufre doré* ; *Kermès minéral* ; *Pyrantimonit* ou *Pyrostilbite*, Glocker ; *Rothspiessglanzerz*, Werner ; *Antimonblende*, Hausmann.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}{}^2\overset{\cdots}{\mathrm{Sb}}$ — en poids : antimoine 76,25 ; soufre 19,02 ; oxygène 4,73.

Forme cristalline : Prisme oblique rectangulaire, dont la dimension transversale est encore indéterminée. — L'axe est à l'arête oblique de la base : : 5 : 3,1 (Mohs).

Les cristaux se présentent habituellement sous la forme d'aiguilles, et leur allongement a lieu, non pas dans la direction de l'axe, mais transversalement et parallèlement à l'arête horizontale, comme dans l'épidote. On n'a pas encore observé de facettes modifiantes qui puissent servir à limiter dans ce sens les dimensions de la forme fondamentale.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme primitive : prisme oblique rectangulaire $p\,m\,t$, dans lequel on a p sur m = 101°19', et 78°41. Le prisme est allongé dans le sens des arêtes horizontales b et d de la base. L'arête supérieure b est remplacée quelquefois par la modification b^1, et l'arête inférieure d par la modification $d^{1/2}$. — Incidences de b^1 sur m = 145°54' ; de $d^{1/2}$ sur m = 164°13' ; de b^1 sur $d^{1/2}$ = 49°53'.

Stries : horizontales, ou parallèles à l'axe d'allongement.

Clivage : très-net parallèlement au pan m ; de simples indices de clivage parallèlement à t, et aux faces du prisme vertical klinorhombique, qui proviendrait de la modification g^1.

Physiques. — Dureté = 1,5. Plus tendre que le gypse ; légèrement flexible en lames minces — Densité : 4,6. — Aspect : couleur d'un rouge mordoré, ou rouge de cerise ; conservant la même teinte dans sa râclure. Eclat adamantin, ou métalloïde, avec une faible translucidité.

Chimiques. — Fusible au chalumeau, en dégageant des vapeurs d'antimoine. Se comporte en général comme le sulfure stibine.

Analyses du kermès, par H. Rose :

	1.	2.
Antimoine.	74,45	75,66
Soufre.	20,49	20,49
Oxygène.	5,29	4,27
	100,23	100,42

De ces analyses calculées en atomes, il résulte que le kermès est un oxy-sulfure d'antimoine, de la formule indiquée plus haut, et contenant :

Oxyde d'antimoine..	1 at.	= 30,14
Sulfure d'antimoine.	2 at.	= 69,86

VARIÉTÉS.

On peut distinguer deux variétés principales de kermès : le kermès en aiguilles cristallines, et le kermès en enduits pelliculaires, dit *mine d'amadou*.

1. Kermès *aciculaire* en aiguilles d'un rouge sombre, groupées ordinairement en gerbes ou en étoiles, et passant souvent à la forme capillaire ; associées quelquefois à du kermès en masse terreuse ou pulvérulente, pouvant présenter des nuances différentes, dues à une altération superficielle.

Le kermès cristallisé se trouve dans les filons, et particulièrement dans les gîtes de minerais antimonifères et arsénifères. Il est presque toujours accompagné de quarz, et de stibine à la surface de laquelle on le rencontre même en enduit terreux, ce qui fait penser que dans ce cas il a pu résulter de la décomposition du sulfure. — Il se rencontre particulièrement en aiguilles ou en cristaux déterminables à Braünsdorf, près de Freyberg, en Saxe, où il est sur le quarz, accompagné de stibine ; à Horhausen, dans le pays de Nassau, où on l'a trouvé dans les cavités d'un fer hydraté brunâtre ; à Michelsberg et Przibram, en Bohême ; et à Pernek, près de Malaczka, en Hongrie. On l'a trouvé aussi à Pereta, en Toscane, et à Allemont, dans le département de l'Isère, en France, où il est accompagné d'antimoine natif et de calcaire spathique.

2. Kermès *pelliculaire* (*Zundererz*, mine d'amadou). En enduits minces, composés de fibres capillaires entrelacées et comme feutrées, et formant des plaques tendres, flexibles, qui ont quel-

que ressemblance avec des morceaux d'amadou. On en distingue deux sous-variétés : le zundererz clair, d'un rouge de cerise sale, ou d'un rouge brunâtre ; et le zundererz sombre, d'un brun ou gris noirâtre. Ces minerais ont avec le kermès des rapports tels, que la plupart des minéralogistes allemands les ont considérés comme des variétés de ce minéral, mélangées d'une certaine quantité d'argent et de plomb. Mais le manque d'analyses exactes laisse de l'incertitude sur la justesse de ce rapprochement, et rien ne prouve même que les deux variétés du zundererz, la claire et la sombre, s'accordent dans leur composition essentielle. Le zundererz accompagne presque toujours la galène et les sulfures argentifères, et il renferme habituellement une proportion d'argent assez forte, pour que les mineurs du Harz le considèrent comme mine d'argent, et l'ajoutent aux autres minerais qu'ils recherchent, pour en extraire ce métal. Une variété de zundererz a donné à M. Du Ménil 4,67 d'argent pour cent, avec une proportion considérable de plomb et de fer (Journal de Schweiger, 1821, p. 457).

Le zundererz sombre se trouve dans les filons argentifères d'Andreasberg, au Harz, et principalement dans les mines dites Katharina-Neufang, Samson, Gnade Gottes, Abendröthe, avec l'argent rouge. Le zundererz de couleur claire se trouve dans les filons de galène des environs de Clausthal, notamment dans les mines Caroline et Dorothée. On le cite encore avec la stibine et la bournonite à Wolfsberg, près de Stollberg.

IVe Tribu. RHOMBOÉDRIQUES.

25e ESPÈCE. CINABRE.

Syn. : *Mercure sulfuré*, Haüy ; *Cinnabaris*, Théophr. ; *Zinnober* et *Mercurblende*, des naturalistes allemands.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Monosulfure de mercure, HgS. — Composé, en poids, de mercure 86,29, et soufre 13,71.

Système cristallin : Le rhomboédrique proprement dit, avec tous les caractères qui distinguent ce système à formes hémiédriques.

Forme fondamentale : Le rhomboèdre aigu de 71°48' (fig. 274,

pl. 30). Ce rhomboèdre a cela de remarquable, qu'il offre à peine de simples indices de clivage parallèlement à ses faces (1), tandis qu'il se divise très-nettement parallèlement aux pans d'un prisme hexagonal.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les cristaux de ce minéral sont générale- fort petits et réunis en druses; leurs formes manifestent ordinairement le type rhomboédrique d'une manière très-pro- ncée, comme on le voit par les figures 275 et 276, qui repré- ent les plus ordinaires : ce sont des combinaisons de plu- rs rhomboèdres, étagés les uns sur les autres de manière à ner des zônes de facettes, auxquelles s'ajoutent les pans ou les bases d'un prisme hexagonal, savoir de celui qui, par sa position, correspond à celle des rhomboèdres dont nous venons de parler. Quelquefois les bases de ce prisme prennent assez de développement pour que les cristaux ressemblent à des tables de forme triangulaire, plus ou moins épaisses, mais généralement aplaties. Il est très-rare que la forme du prisme hexagonal devienne dominante, au moins dans les cristaux d'Europe : cette circonstance s'observe au contraire, suivant Haüy, dans ceux qui proviennent de la Chine ou du Japon.

Des stries horizontales se montrent sur les faces de la plupart des rhomboèdres composants. Ces petits cristaux se groupent souvent deux à deux d'une manière régulière, les axes principaux des deux individus étant parallèles, et ceux-ci tournés l'un par rapport à l'autre de 60° : tantôt le groupement a lieu avec juxta-position seulement, et par les faces basiques, tantôt il a lieu avec entrecroisement et coïncidence des axes principaux.

La cassure des cristaux est inégale, et imparfaitement conchoïde.

Physiques. — Densité : de 8 à 8,2. — C'est une des densités les plus fortes qu'on ait observées dans les minéraux doués de transparence. — Dureté : de 2 à 2,5. Ce minerai, comme on le voit, est assez tendre; il est doux, ou semi-ductile, se laissant facilement entamer par le couteau, lorsqu'il est pur.

Aspect : ce minéral a plutôt l'éclat adamantin que l'éclat de diamant, et il est transparent ou du moins translucide, comme

(1) Haüy, qui les mentionne, avoue qu'ils ne sont sensibles que dans les fractures observées le soir à la lumière d'une bougie.

la blende, avec laquelle il a une certaine ressemblance extérieure : aussi l'a-t-on appelé quelquefois *blende rouge* (Rubinblende). Sa couleur est le rouge de cochenille, avec des nuances diverses; mais, sur certaines faces, la réflexion de la lumière est si vive, qu'elles présentent une apparence métalloïde, qui tire sur le gris de plomb. La couleur de la poussière est le rouge écarlate.

Electricité : le cinabre est un assez mauvais conducteur du fluide électrique. — Il acquiert l'électricité négative à l'aide du frottement, lorsqu'il est isolé.

Réfraction : suivant M. Descloizeaux, le cinabre a un axe de double réfraction positif, comme le quarz; et, comme ce minéral aussi, il possède des propriétés optiques particulières. Les anneaux que l'on observe avec des lames perpendiculaires à l'axe, au moyen de la lumière polarisée convergente, ont tous les caractères de ceux que l'on voit dans un quarz hyalin de moyenne épaisseur : la croix noire ne pénètre pas dans la plage centrale; et cette plage colorée se contracte, ou se dilate, avec les anneaux qui l'entourent, suivant qu'on fait tourner l'analyseur de gauche à droite, ou de droite à gauche; enfin, si l'on interpose une lame de mica d'un quart d'onde, on obtient des spirales tout-à-fait comparables à celles d'un quarz lévo-gyre placé dans les mêmes conditions, et le sens de leur enroulement est parfaitement en rapport avec le sens dans lequel on obtient la contraction ou la dilatation des anneaux. Ces phénomènes ne peuvent se voir que dans des lames très-minces, au moyen du microscope polarisant d'Amici. M. Descloizeaux a conclu de ses observations, non-seulement que le cinabre est doué, comme le cristal de roche, du pouvoir rotatoire, mais encore que ce pouvoir y est beaucoup plus intense (1). Jusqu'à présent, on n'a point observé dans les cristaux de cinabre, de traces d'hémiédrie rotatoire, comme on en observe dans les variétés plagièdres du quarz. Mais ce fait négatif ne s'oppose en aucune façon à ce qu'on ne puisse admettre dans les cristaux de cinabre un genre de structure analogue à celui que nous avons admis pour le quarz. Les facettes plagiédrales ne sont, dans le quarz lui-même, qu'un signe purement accidentel de ce genre de structure intérieure; et la corrélation qui, selon nous, doit exister entre la

(1) *De l'Emploi des propriétés optiques biréfringentes en Minéralogie*, par M. Descloizeaux; *Ann. des Mines*, tome XI, page 261.

cristallisation et la polarisation rotatoire aura lieu toujours, et dans toutes les variétés, même en l'absence du signe extérieur, si par cristallisation nous entendons ici cette structure interne, qui est la cause du phénomène optique, en même temps qu'il rend possible le développement de modifications plagiédriques, sans faire toutefois de leur existence une condition nécessaire.

CHIMIQUES. — Volatil sans résidu sur le charbon, avec dégagement d'odeur sulfureuse; volatil sans décomposition dans le tube fermé; dans le tube ouvert, il se sublime en partie à l'état de sulfure, en partie à l'état de mercure revivifié, avec des vapeurs d'acide sulfureux. Il se dissout complètement dans l'eau régale, tandis qu'il est inattaquable par les acides azotique et chlorhydrique : la solution précipite sur une lame de cuivre une poussière grise, qui en argente la surface.

Analyses du cinabre :

	Du Japon, par Klaproth.	De Neumarktel, en Carniole, par le même.
Soufre.	14,75	14,25
Mercure.	84,50	85,00

La couleur rouge du cinabre se retrouve, avec des nuances différentes, dans trois autres minerais métalliques, dont il sera toujours facile de le distinguer. Ces minerais sont : le réalgar, l'argent rouge, et le plomb rouge ou chromaté. Le réalgar est volatil, comme le cinabre : mais sa poussière est le jaune orangé, et il donne l'odeur d'ail sur un charbon incandescent; les deux autres minerais ne se volatilisent pas complètement. L'argent rouge donne au chalumeau un bouton d'argent; le plomb rouge a une poussière de couleur aurore. Il existe encore un minerai métallique de couleur rouge : c'est le rutile, mais sa densité n'est que la moitié de celle du cinabre, et il n'éprouve point d'altération par la flamme du chalumeau.

VARIÉTÉS.

Formes déterminables.

Modifications sur les arêtes : non encore observées.

— sur les angles : a^1, a^2, a^3, a^4, $a^{5/2}$; e^1, e^2, e^4, $e^{1/4}$.

Les combinaisons les plus ordinaires sont les suivantes :

1. Le cinabre *prismatique*, $e^2 a^1$. C'est un prisme hexagonal

régulier, du premier ordre. Nous citons cette variété de l
d'après Haüy.

2. Le cinabre *trirhomboédrique*, $p\,a^{5/2}\,a^2\,a^1$ (fig. 275, pl. 30); c'est une combinaison de trois rhomboèdres, dont les faces étagées les unes sur les autres, et auxquelles s'ajoutent ou faces horizontales. Parmi ces rhomboèdres domine qu'on adopte comme forme primitive. Cette variété est à laquelle Haüy a donné le nom d'*octoduodécimale*. — Incide de p sur $p = 71°48'$; de p sur $a^{5/2} = 152°8'$; de $a^{5/2}$ sur $a^2 = 172°3'$; de a^2 sur $a^1 = 146°31'$; de p sur $a^1 = 110°43'$.

3. D'autres variétés fort communes, qui se rapproch précédente, et qu'on pourrait appeler encore trirhombo en regardant les six faces verticales e^2 comme représent terme particulier de la série des rhomboèdres, sont celles composent de deux rhomboèdres combinés avec les faces de variété prismatique. Une d'elles, qu'on voit fig. 276, est la riété *progressive* de Haüy, dont le signe est $p\,a^3\,a^1\,e^2$. Incid de p sur $a^3 = 157°20'$; de a^3 sur $a^1 = 133°23'$; de p sur $e^2 = 159°17'$.

Le rhomboèdre a^3 est quelquefois remplacé par le rhomboèdre $a^{5/2}$. On a alors la variété *mixti-unibinaire* de Haüy, ainsi appelée par lui à cause de son signe $p\,a^{5/2}\,a^1\,e^2$. Incidence de p sur $a^{5/2} = 152°8'$; de $a^{5/2}$ sur $a^{5/2} = 110°6'$; de $a^{5/2}$ sur $a^1 = 138°34'$.

Si, dans cette dernière variété, on remplace le rhomboèdre primitif p par le rhomboèdre a^4, on a la variété nommée par Haüy *bibisalterne*, dont le signe est $a^1\,a^{5/2}a^4\,e^2$. Le rhomboèdre a^4 jouit de cette propriété d'être semblable au rhomboèdre tangent ou équiaxe, qui serait donné par la loi b^1, et qu'on n'a pas encore observé. Incidence de a^4 sur $a^4 = 92°28'$; de a^4 sur $a^{5/2} = 168°31'$; de a^4 sur $e^2 = 142°55'$.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES ACCIDENTELLES.

1. Cinabre *granulaire*. En masses grenues d'un rouge foncé, très-pesantes, renfermant assez souvent de petites lamelles cristallines, qui se croisent en différents sens.

2. Cinabre *fibreux*. Rare dans la nature; le sulfure de mercure artificiel, cristallisé par sublimation, présente presque toujours ce genre de structure.

3. Cinabre *compacte*. Modification de la variété granulaire, d'un rouge foncé tirant sur le brun ou le noirâtre.

4. Cinabre *pulvérulent* (vulgairement *vermillon natif*). D'un rouge vif, lorsqu'il est pur; mais il est souvent mélangé avec des matières argileuses. Cette variété terreuse est sans adhérence: elle tache fortement les doigts, lorsqu'on la touche. A Wolfstein, dans le Palatinat, elle recouvre en couches minces le fer hydraté brun.

5. Cinabre *bituminifère* (*Lebererz*). Variété impure, mêlée d'une certaine proportion de substances charbonneuses ou bitumineuses, avec une quantité plus ou moins considérable de matières terreuses; d'un rouge sombre, ou d'un brun passant au noirâtre, donnant une odeur bitumineuse, par l'action du feu. On en distingue de trois sortes :

a. Le *compacte*, d'un rouge brunâtre (Dichtes-Lebererz).

b. Le *schisteux*, inflammable (Schieferiges Lebererz; Branderz). C'est, à proprement parler, un schiste bitumineux, d'un noir-brunâtre, imprégné de cinabre, et composé essentiellement d'Idrialine (*voir* page 197), avec quelques parties terreuses et pyriteuses; ce schiste s'enflamme et brûle; de là le nom de Branderz (minerai combustible) que lui donnent les Allemands. On l'appelle aussi Idrialite, à cause de la substance particulière qu'il renferme. Se trouve à Idria, en Carniole.

c. Le *testacé*, d'un brun de foie, ou d'un noir brunâtre formé d'écailles courbes et concentriques, dont les surfaces de séparation sont quelquefois très-éclatantes (Schaaliges-Lebererz). Plusieurs échantillons laissent voir des stries concentriques, assez distinctes et semblables aux stries d'accroissement des coquilles. Ce genre d'observation, joint à la présence du bitume Idrialine, a pu déterminer quelques minéralogistes à considérer cette variété comme devant son origine à des corps organiques, pénétrés en partie ou remplacés entièrement par du cinabre. On la trouve à Idria, où elle est connue des mineurs sous le nom de *Korallenerz*.

La variété bitumineuse du cinabre (le Lebererz, ou le mercure hépatique) se rencontre en masses puissantes, et constitue l'un des principaux minerais de la célèbre mine de mercure d'Idria, en Carniole, dans l'ancien royaume d'Illyrie. Sa couleur et sa richesse en mercure varient beaucoup : contient-elle une forte proportion de cinabre, elle est d'un rouge brun; mais elle s'appauvrit souvent au point de n'être plus qu'un calcaire ou un schiste noirâtre, pénétré de cinabre, dont la présence ne peut se reconnaître, sans le secours des essais, que dans les points

où le sulfure s'est concentré; et cette concentration a eu lieu surtout autour de ces corps qu'on a supposé avoir été des coquilles, lorsque la roche en contient.

Gisements et usages. — Le cinabre présente dans la nature deux genres de gisements, qui paraissent avoir eu une même origine. On le trouve 1° en filons, en veines ou en amas, dans les terrains schisteux cristallins, et dans le sol de transition; 2° disséminé dans des couches de grès, des schistes marno-bitumineux et des calcaires compactes des époques secondaires inférieure et moyenne.

On exploite à Ripa, près de Serravezza, en Toscane, des filons et des veines de cinabre au milieu d'un stéaschiste; l'ensemble de ces veines, d'après une notice de M. d'Hombres Firmas, aurait de 7 à 8 décimètres d'épaisseur. Le cinabre y est souvent à l'état cristallin, et rassemblé entre les feuillets blancs de quarz et de talc de la roche schisteuse. Ce gîte, dont l'exploitation est nouvelle, a acquis déjà quelque célébrité; il paraît résulter d'une imprégnation très-irrégulière et bien postérieure à la roche qui le renferme.

Les fameuses mines d'Almaden, dans la province de la Manche, en Espagne, appartiennent au sol de transition : le cinabre s'y trouve sous la forme de plusieurs filons parallèles entre eux et étendus de manière que leur direction concorde avec la stratification inclinée des grès et schistes siluriens, au milieu desquels ils sont enclavés. Ces filons, qui ont de 6 à 12 mètres de puissance, se lient à une roche métamorphique, et à des porphyres amphiboliques placés au-dessous du terrain stratifié. Le sulfure de mercure semble avoir été sublimé le long des plans de séparation des couches du terrain, et le grès en a été comme imbibé par places. Les mines d'Almaden fournissent annuellement vingt-deux mille quintaux de mercure; outre ce gîte principal, l'Espagne en possède encore quelques autres, susceptibles d'exploitation, en divers points de l'Estramadure : ils sont disposés le long d'une bande de terrains, qui, passant par Almaden, se dirige à peu près de l'est à l'ouest, jusqu'au-delà du bourg d'Almadenejos : ce dernier point est lui-même un centre important d'industrie minérale.

Les dépôts de cinabre qu'on rencontre dans les terrains secondaires, sont plus nombreux peut-être que ceux des terrains plus anciens; mais leurs produits sont moins abondants. Les deux principales mines de ce genre, qu'on exploite en Europe,

sont celle du pays de Deux-Ponts, dans la Bavière rhénane, et celle d'Idria, en Carniole. On exploite du cinabre dans un grès et dans un schiste marno-bitumineux à poissons, qui appartiennent à la partie supérieure du terrain houiller, sinon à la formation pénéenne qui vient après, vers l'extrémité septentrionale du Mont-Tonnerre, dans une partie de l'ancien Palatinat et de l'ancien duché de Deux-Ponts, notamment à Wolfstein, Stahlberg, et Moschel-Landsberg. La roche enveloppante renferme des restes de végétaux, et de nombreuses empreintes de poissons dont les écailles sont remplacées par du cinabre.

A Idria en Carniole, dans les provinces illyriennes, le mercure sulfuré est exploité dans des calcaires compactes et des schistes marno-bitumineux noirs, contenant quelques fossiles, qui font regarder maintenant cette formation comme étant de l'époque du Lias. On les avait assimilés pendant longtemps aux calcaires et aux schistes marno-bitumineux du terrain pénéen. Le minerai est surtout abondant dans le schiste, avec lequel il est comme pétri ou enlacé. Selon Dufrénoy, des coquilles auraient été, à Idria, transformées en mercure sulfuré, comme l'ont été à Moschel-Landsberg les écailles de certains poissons, le minerai ayant eu une sorte de tendance à se concentrer dans le voisinage des débris organiques.

Almaden, Idria, Moschel-Landsberg et Ripa sont aujourd'hui, en Europe, les seuls centres d'exploitation pour les minerais de mercure, dont le principal est le cinabre. Le chlorure de mercure et le mercure natif ne font que s'associer au mercure sulfuré ; mais ils sont toujours en si petite quantité, qu'on ne peut les considérer comme de véritables minerais. Il existe encore du cinabre en beaucoup d'autres points en Europe ; mais il y est en quantités presque insignifiantes. En France, on trouve du cinabre à Ménildot, commune de la Chapelle-en-Suger, dans le département de la Manche : ce gîte a été exploité à trois reprises dans le siècle dernier, et a donné des produits assez notables de 1730 à 1742. On trouve encore des indices de mercure sulfuré à La Mure, et à la montagne des Chalanches près d'Allemont, dans le département de l'Isère. Nous avons dit ailleurs que quelques gouttelettes de mercure natif, trouvées récemment à Saint-Paul-des-Fonts, avaient donné lieu de penser que les montagnes du Larzac renferment un gisement du précieux minerai dont nous nous occupons. Tout récemment, on a découvert du cinabre en Algérie, dans la province de Constantine ;

on l'a trouvé associé au sulfure d'antimoine et à l'oxyde monique, à Hamimate, et à Bou-Alessa, à quelques kilomèt seulement de la mine d'antimoine de Sensa. Il est disséminé en veines ou en petits amas dans des schistes marno-bitumineux noirs, qu'on rapporte au terrain crétacé, et qui rappellent tout-à-fait les marnes dans lesquelles est renfermé le soufre en Sicile.

Les autres localités où l'on trouve encore du cinabre dans l'ancien Monde, sont : Neumärktel en Carniole ; Windisch-Kappel en Carinthie ; Erzberg, près d'Eisenerz en Styrie ; Horzowitz en Bohême ; Schemnitz, Kremnitz, Szlana et Rosenau en Hongrie ; Dumbrawa en Transylvanie ; Hartenstein en Saxe ; Clausthal dans le Harz, et Müsen en Westphalie.

En Asie, on a trouvé du cinabre dans l'Oural, et dans l'Altaï, en Sibérie ; et l'on sait qu'il en existe des dépôts assez considérables dans les régions orientales et méridionales, au Thibet, en Chine et au Japon. Les mines de la Chine sont dans la province de Yun-Nan : il en est venu en Europe de magnifiques cristaux, remarquables à la fois par leur volume et la pureté de leurs faces.

En Amérique, on exploite des mines de mercure à Huanca-Velica, dans la partie sud du Pérou ; à Guallilinga, dans la province de Coquimbo, au Chili ; entre Azogue et Cuença, en Colombie ; à Durasno, San-Onofre et San-Juan de la Chica, au Mexique ; enfin, en Californie, où l'on a découvert tout récemment des mines de mercure, qu'on dit être très-abondantes. Deux mines y sont en cours d'exploitation : l'une désignée sous le nom de *Guadelupe*, l'autre par celui de *New-Almaden* ; le minerai s'y trouve, dit-on, en filons dans des schistes cristallins. Elles sont situées dans une montagne au sud de San-José, entre Monterey et la baie de San-Francisco. — Avant ces nouvelles découvertes, c'était l'Europe qui était en possession de fournir au Nouveau-Monde la plus grande partie (à peu près les 9/10) de la quantité de mercure qu'y réclament les procédés suivis dans ce pays pour l'extraction des métaux précieux.

On emploie quelquefois dans la peinture le cinabre naturel, sous le nom de *vermillon natif* : cet emploi est surtout assez ordinaire en Chine et au Pérou ; mais, en Europe, la plus grande partie du cinabre dont on se sert en peinture, est le résultat d'une opération chimique par laquelle on combine du soufre avec du mercure ; c'est du cinabre ou vermillon artificiel. Le principal usage du cinabre naturel est de servir à l'extraction du mercure. Le traitement du cinabre consiste simplement dans

une distillation du minerai mis en contact avec de la limaille de fer ou de la chaux. Le soufre s'unit au fer ou à la chaux, et le mercure seul se volatilise. On recueille ses vapeurs dans des récipients où elles se condensent.

26e Espèce. Millérite (Haarkise).

Syn. : *Nickel sulfuré; Nickel natif,* Haüy; *Pyrite capillaire; Haarkies,* Werner; *Nickelkies,* Hausmann; *Harkise,* Beudant; *Millérite,* Haidinger; Naumann et Dana.

Substance d'un éclat métalloïde, et d'une couleur vert-jaunâtre, en aiguilles très-fines, et souvent même en filaments capillaires, très-fragiles; les aiguilles sont des prismes hexagonaux terminés par des sommets rhomboédriques; les filaments sont souvent réunis en petites houppes, ou entrelacés d'une manière irrégulière. Ce minéral a été pris d'abord pour du nickel pur: c'est M. Arfwedson qui a établi sa véritable nature, en prouvant par son analyse qu'il renferme un atome de soufre pour un atome de nickel. Sa composition chimique est donc représentée par la formule simple NiS; en poids, elle est exprimée par les proportions suivantes : nickel 64,76; soufre 35,24.

C'est à MM. Brooke et Miller que l'on doit la détermination de la forme cristalline de cette espèce. Les plus larges cristaux, observés jusqu'à présent, avaient à peine un demi-millimètre d'épaisseur; les plus nets et les plus déterminables viennent des mines de St-Austle, en Cornouailles; de Dowlais, près de Merthyr-Tydvil, dans le pays de Galles; et de la mine Sterling, dans l'Etat de New-York, en Amérique. M. Brooke a pu constater que les aiguilles du Cornouailles sont des prismes réguliers à six pans, avec des clivages sensibles, inclinés à l'axe, et parallèles aux faces d'un rhomboèdre. M. Miller a complété cette détermination, sur des cristaux de la mine Sterling, en montrant que l'angle du rhomboèdre fondamental est de 144°8'; l'axe de ce rhomboèdre étant égal à 0,329. Les cristaux observés par M. Miller étaient formés des faces primitives p combinées avec le second prisme hexagonal d^1. M. Kenngott prétend avoir observé aussi le prisme hexagonal de premier ordre e^2, avec cette particularité bien remarquable, si elle se confirme, que ce prisme se montre à l'état hémiédrique, c'est-à-dire comme prisme trigonal. Les clivages qui ont lieu parallèlement aux faces p sont d'une grande perfection.

La dureté de la millérite est de 3,5. — Les cristaux sont cassants, et cependant les longues aiguilles jouissent d'une certaine élasticité. Leur densité varie de 4,6 à 5,2. Leur couleur est d'un jaune de laiton, tirant sur le jaune de bronze, ou sur le g métallique, avec de légères teintes irisées.

Au chalumeau et sur le charbon, la millérite fond en un globule noirâtre, attirable à l'aimant. Avec le borax, elle donne les couleurs du nickel. Chauffée dans le tube ouvert, elle dégage de l'acide sulfureux. Elle est complètement soluble dans l'eau régale, et la solution a une teinte verdâtre. Elle ne se dissout qu'en partie dans l'acide azotique chauffé : la solution est de couleur grise ou vert pâle : elle devient violâtre par l'addition de l'ammoniaque. La millérite est du sulfure de nickel généralement fort pur; mais une petite partie de nickel peut être remplacée par une proportion de fer équivalente.

Analyses de la Millérite :

	De Johann-Georgenstadt, par Arfwedson.	De Camsdosf, près Saalfeld, par Rammelsberg.
Soufre	34,26	35,79
Nickel	64,85	61,34
Fer	»	1,73
Cuivre	»	1,14

Ce minéral a été trouvé pour la première fois dans les filons de Johann-Georgenstadt, en Saxe, et Klaproth, qui l'a examiné, y a reconnu la présence du nickel : il le considérait comme du nickel métallique, mêlé de cobalt et d'arsenic. Berzélius a montré, par des essais faits au chalumeau, que c'était un sulfure de nickel, dont Arfwedson a ensuite fait connaître la véritable composition. Ce minéral, toujours très-rare, a été retrouvé cependant en plusieurs endroits : à Joachimstal et à Przibram, en Bohême; à Camsdorf, en Thuringe; à Riechelsdorf, en Hesse; à Oberlahr, dans le Westerwald; aux environs de Saarbrück et de Siegen. Il est accompagné, dans ces divers gisements, de quarz, de calcaire spathique, de fer spathique, de calcaire brunissant, et de différents minerais de nickel, de cobalt, de plomb et d'argent. Il existe en Angleterre, dans la mine de Huel-Chance, près de St-Austle, en Cornouailles; à Dowlais, près de Merthyr-Tydvil, dans le pays de Galles, où il occupe des cavités dans des nodules de fer spathique. Enfin, on le rencontre aussi aux Etats-Unis, dans la mine Sterling de l'Etat de New-York, avec le fer spa-

thique, dont certains cristaux sont quelquefois traversés par des aiguilles de Millérite.

27e ESPÈCE. **PYRRHOTINE** (Pyrite magnétique).

Syn. : *Fer sulfuré magnétique*, Haüy ; *Leberkise*, Beudant ; *Pyrrhotine*, Breithaupt, Haidinger, Naumann et Dana ; *Magnetkies*, Werner et Hausmann.

Beudant a donné à cette espèce de pyrite le nom de *Leberkise*, tiré du mot allemand *Leberkies*, qui veut dire *pyrite hépatique*. Mais ce nom de Leberkies est appliqué en Allemagne à une variété de la marcassite, et par conséquent à une espèce toute différente. Il n'est donc pas possible de conserver ici la dénomination proposée par Beudant, et c'est pourquoi nous adoptons le nom de Pyrrhotine, qui rappelle la couleur caractéristique du minéral, et qui est adopté maintenant par le plus grand nombre des minéralogistes.

Caractères essentiels de la Pyrrhotine.

Composition chimique : Monosulfure de fer, FeS, mélangé de bi-sulfure FeS^2 ; ou, selon plusieurs minéralogistes, combinaison définie des deux sulfures, représentée par la formule $6\,FeS + FeS^2$. — D'après la première manière de voir, qui est celle du docteur Frankenheim, de Breithaupt et de Hausmann, la composition normale serait la suivante : soufre 37,33 ; fer 62,77 ; et l'espèce serait isomorphe avec la suivante, la greenockite. D'après la seconde manière de voir, qui est plus généralement admise, cette composition serait : soufre 39,6 ; et fer 60,4.

Forme cristalline : Le système cristallin de la pyrrhotine est le système dihexaédrique, ou le système hexagonal à modifications holoédriques. La forme fondamentale est le dihexaèdre (ou dirhomboèdre), de 126°52' pour l'angle à la base commune des deux pyramides ; ou bien, le prisme hexagonal, circonscrit à ce dihexaèdre, et dans lequel le côté de la base est à peu près égal à la hauteur : un clivage parfait correspond à la base de ce prisme ; des clivages moins sensibles ont lieu parallèlement à ses pans. Les cristaux de pyrite magnétique sont fort rares : ils présentent la forme d'une table hexagonale, dont les bases sont entourées d'un anneau de facettes produites par les modifications a^1 sur les angles, et $b^{1/2}$ sur les arêtes. Incidence de p sur $b^{1/2} = 116°34'$; de $b^{1/2}$ sur $b^{1/2} = 126°52'$; de p sur $a^1 = 135°$.

Caractères distinctifs.

La pyrrhotine est une substance d'un éclat métallique peu prononcé, d'un brun de tombac ou d'un jaune de bronze mêlé de rougeâtre; la couleur de sa poussière est le noir grisâtre. Sa densité = 4,5. Sa dureté est inférieure à celle des autres pyrites ferrugineuses : elle varie de 3,5 à 4,5. Elle se laisse casser aisément; sa cassure est inégale, mais dans les échantillons cristallisés, elle a une tendance à être lamelleuse. Le tissu lamelleux qu'elle présente souvent, a été considéré comme l'effet d'un clivage parallèle à la base : quelques minéralogistes ne veulent y voir que la conséquence d'une aggrégation d'un grand nombre d'individus, réduits à la forme de lames ou de feuillets. La pyrrhotine est magnétique par elle-même : elle exerce sur l'aiguille aimantée une action généralement assez faible. Cette propriété est due sans doute à la grande quantité de sulfure au minimum, qui entre dans sa composition.

Chauffée dans le tube fermé, elle n'éprouve aucun changement; dans le tube ouvert, elle dégage de l'acide sulfureux, sans produire aucun sublimé; sur le charbon, elle fond, à la flamme de réduction, en un globule noir, fortement magnétique. Elle est soluble dans l'acide chlorhydrique, avec dégagement d'hydrogène sulfuré, et en laissant surnager du soufre mis en liberté.

C'est sur ce dernier fait que l'on s'appuie pour établir que le fer ne peut être tout entier à l'état de monosulfure, et qu'une petite partie du métal doit être à l'état de bisulfure ou au moins de sesquisulfure; mais il reste à déterminer si ce second sulfure est réellement combiné, ou simplement mélangé avec le premier. De là encore des incertitudes sur la véritable composition du minéral, et sur la question de savoir si on le considérera comme un sulfure simple, ou comme un double sulfure. Les opinions sont partagées à cet égard. Le docteur Frankenheim, et MM. Hausmann, Breithaupt, Kenngott, ne voient dans la pyrrhotine qu'un monosulfure de fer, pouvant présenter quelquefois un excès de soufre, qu'ils expliquent par le mélange du minéral avec une certaine quantité de bisulfure. Breithaupt a cherché à confirmer cette manière de voir par des raisons cristallographiques : il a montré que la pyrrhotine, par son dihexaèdre de 126°52', pouvait être considérée comme isomorphe avec la greenockite, qui cristallise en une double pyramide hexago-

nale de 127°26', avec la millérite, et avec d'autres composés binaires de même formule, tels que l'iridium osmié, le kupfernickel, et l'antimonickel, qui offrent aussi parmi leurs formes des dihexaèdres très-rapprochés de celui de la pyrrhotine. La plupart des minéralogistes, se fondant surtout sur les analyses de la pyrrhotine, qui paraissent mieux s'accorder avec l'autre manière de voir, admettent que sa composition chimique doit être représentée par la formule $Fe^7 S^8$, qu'ils dédoublent, les uns d'une façon, les autres d'une autre. Beudant, Naumann et Dana adoptent la formule complexe $6FeS + FeS^2$; Berzélius et G. Rose, la formule $5FeS + Fe^2S^3$ (1).

Analyses de la pyrrhotine :

	1° De Treseburg, au Harz, par Stromeyer.	2° De Bodenmais, en Bavière, par H. Rose.	3° De Fahlun, en Suède, par Plattner.	4° Du Brésil, par Schaffgotsch.
Soufre.	40,15 . . .	38,78 . . .	40,22 . . .	40,43
Fer. . .	59,85 . . .	60,52 . . .	59,72 . . .	59,63

La pyrrhotine se présente, tantôt à l'état cristallin, et avec une texture généralement lamellaire, tantôt à l'état amorphe, en petites masses compactes disséminées. Les cristaux sont petits et d'une rareté extrême : ceux qu'on trouve dans les terrains de cristallisation ont été observés et décrits par Hausmann et le comte de Bournon; mais, indépendamment de ces variétés telluriques, il en existe une autre qu'on peut appeler météorique, parce qu'elle se trouve dans les aérolithes; M. G. Rose a remarqué dans l'aérolithe de Juvenas (*voyez* ci-dessus page 264), des cristaux annulaires de pyrite magnétique qu'il a pu mesurer et déterminer; et ses mesures ont offert un accord remarquable avec celles que l'on devait à De Bournon. La pyrrhotine se rencontre quelquefois altérée, et transformée par voie d'épigénie en hydrate de fer.

Cette substance appartient aux terrains de cristallisation, soit massifs, soit schisteux, où elle existe en petits amas, dans les filons ou dans les couches. On la trouve à Bodenmais en Bavière, avec la cordiérite et le feldspath orthose; à Breitenbrunn

(1) La première nous paraît plus probable que la seconde, parce qu'elle est susceptible d'une construction qui met le polyèdre moléculaire en rapport de symétrie avec la forme cristalline du minéral. Voir mon Mémoire sur la manière de construire certaines formules atomiques. (*Ann. des Mines*, 1er cah. 1851.)

et Geyer, en Saxe, avec la fluorine; à Treseburg et Andreasberg au Harz; à Kongsberg en Norwège, et à Fahlun, en Suède; à Querbach et Reichenstein, en Silésie; en France, aux environs de Nantes, et près de Barèges dans les Pyrénées; en Angleterre, à Saint-Austle, dans le Cornouailles, avec des minerais de cuivre et d'étain; à Congonhas do Campo, au Brésil. Enfin, on l'a observée dans quelques aérolithes, entre autres ceux de Juvenas en France, et de Richmond en Virginie.

Suivant Lawrence Smith, un véritable monosulfure de fer existerait réellement dans d'autres aérolithes, et dans des masses de fer météorique, tombées dans l'état de Tennessee, aux Etats-Unis. Ce monosulfure aurait une densité de 4,75 ; et l'analyse qui en a été faite aurait donné les proportions suivantes : 36,4 de soufre et 63,6 de fer.

Schéerer a fait connaître une variété de monosulfure de fer, mêlée de monosulfure de nickel, et qui devrait trouver place ici, comme variété de la pyrrhotine, ou bien à côté de la millérite, si sa structure cristalline ne semblait devoir l'éloigner de ces deux minéraux. Ce nouveau sulfure a été décrit par lui sous le nom de *Eisennickelkies* : il aurait pour caractères distinctifs un clivage octaédrique, qui devrait faire rapporter sa forme au système régulier, et une composition chimique qu'on peut représenter par la formule $2FeS + NiS$. La proportion de fer qu'il contient s'élève à 41 pour cent. Si on en fait une espèce à part, d'après sa cristallisation, il devra être reporté plus haut, après la siegénite (page 344). Ce minerai est d'un brun de tombac clair; sa poussière est de teinte plus sombre; il n'est point magnétique. Il a été trouvé à Lillehammer, dans la partie sud de la Norwège, dans une roche amphibolique, où il est associé à la chalkopyrite.

28e Espèce. Greenockite (Brooke et Connel).

Syn. : *Cadmium sulfuré*.

Lord Greenock a découvert, dans un trapp porphyrique amygdalaire de Bishoptown, comté de Renfrew en Ecosse, de petits cristaux d'un jaune de miel ou d'un jaune orangé, qu'il a signalés le premier comme une substance nouvelle. MM. Brooke et Connel en ont donné, dans le journal de Jameson, une des-

cription détaillée et une analyse, et plus tard, MM. Breithaupt et Descloizeaux en ont déterminé les formes d'une manière plus exacte et plus complète.

Caractères essentiels de l'Espèce.

Composition chimique : Cd S; monosulfure de cadmium, contenant, en poids, sur cent parties : cadmium 77,6 et soufre 22,4.

Système cristallin : Le dirhomboédrique, ou hexagonal. — Forme primitive : le prisme hexaèdre régulier, dans lequel un côté de la base est à la hauteur comme 418 : 689 (Descloizeaux). La forme dominante des cristaux est celle d'un prisme à six pans, portant sur les arêtes horizontales plusieurs rangées de troncatures, dont chacune, si elle atteignait tout son développement, donnerait une double pyramide à six faces isoscèles; mais la partie inférieure des pyramides a toujours manqué complètement dans les cristaux observés jusqu'à présent, lesquels étaient implantés sur la gangue par la base la plus large. Cette circonstance a conduit Breithaupt et quelques minéralogistes à considérer le système cristallin de la greenockite comme étant marqué d'un caractère particulier, celui d'une hémiédrie polaire, qui rendrait les deux sommets dissemblables, comme ceux de la Tourmaline. Breithaupt fait remarquer que la greenockite ne possède pas, comme cette dernière substance, la pyroélectricité polaire. Il est probable que le développement incomplet de la forme a pour cause principale le mode d'implantation des cristaux sur la gangue.

M. Descloizeaux a observé quatre dihexaèdres produits par les lois $b^{1/4}$, $b^{1/2}$, b^1, b^2. Les deux pyramides $b^{1/2}$ et b^1 sont les plus habituelles, et la pyramide $b^{1/2}$ est celle qui offre le plus grand développement; ses faces sont ordinairement marquées de stries horizontales. Incidence de $b^{1/2}$ sur $b^{1/2}$ = 127°27'; de b^1 sur b^1 = 139°40'; de p sur $b^{1/2}$ = 117°43'; de p sur b^1 = 136°25'; de $b^{1/4}$ sur $b^{1/4}$ = 122°10'; de b^2 sur b^2 = 155°11'.

Un clivage très-facile a lieu perpendiculairement à l'axe principal ou parallèlement aux bases. Suivant M. Brooke, il existerait aussi des traces de clivage parallèlement aux pans du prisme hexagonal.

La greenockite est jaune, mais passe quelquefois au brun; elle a un éclat gras très-vif, et se rapprochant de l'éclat ada-

mantin; ses cristaux sont transparents, surtout lorsqu'ils sont réduits en lames minces. Elle possède un axe positif de double réfraction. Sa dureté = 3,5; sa densité = 4,9. Chauffée dans le petit matras, elle devient rouge, mais elle reprend sa couleur jaune en se refroidissant. Réduite en poussière, elle se dissout aisément dans l'acide chlorhydrique.

Analyse de la greenockite :

	Par Connel.	Par Thomson.
Cadmium.	77,30	77,6
Soufre.	22,56	22,4

La greenockite ne s'est encore rencontrée qu'en petits cristaux disséminés dans un trapp amygdalaire, contenant des rognons de prehnite, de petits noyaux de calcaire et de terre verte, des cristaux de feldspath, et des lamelles de galène, dans les environs de Bishoptown, dans le comté de Renfrew, en Ecosse.

On a observé, parmi les produits de fourneaux, des cristaux artificiels de sulfure de cadmium, qui s'accordent dans tous leurs caractères principaux avec ceux de la nature.

29e Espèce. Covelline (Beudant).

Syn. : *Cuivre sulfuré bleu* ou *indigo; Kupferindig*, Freiesleben.

M. Covelli a découvert dans les fumaroles du Vésuve un sulfure de cuivre, de couleur bleu foncé, plus riche en soufre que la chalkosine, et dont la composition peut être représentée par la formule CuS. Il forme le plus souvent des enduits de petites lamelles hexagonales, et le plus souvent de simples enduits pulvérulents, qui tapissent l'intérieur des cellules ou la surface des laves. Les lamelles cristallines sont si minces, qu'on peut les détacher de la roche par le souffle. Elles sont friables, tachent les doigts, et ont un éclat submétallique. Ce minéral devant être considéré comme une espèce distincte, à cause de sa forme cristalline et de sa composition chimique, Beudant a proposé de lui donner le nom de Covelline, en l'honneur du savant Napolitain qui, le premier, a eu l'idée d'étudier les produits des fumaroles. MM. Freiesleben et Walchner l'ont appelé *Kupferindig*, à raison de sa couleur. Il a été retrouvé depuis dans di-

verses roches, dans un certain nombre de localités en Allemagne, notamment à Leogang, dans le Salzbourg, où il est cristallisé, et aux environs de Badenweiler, dans le grand duché de Bade.

Les petits cristaux du Salzbourg, étudiés par Kenngott, lui ont offert les faces de deux pyramides hexagonales, combinées avec celles d'un prisme hexaèdre régulier : la plus aiguë des deux a ses angles à la base de 155°24'; et l'incidence d'une de ses faces sur une face de l'autre pyramide est de 150°25'. Un clivage très-net et très-facile a lieu parallèlement à la base; il présente un éclat légèrement perlé.

Ce minéral est opaque, d'un bleu indigo très-foncé, avec une poussière noire; il est tendre et facile à pulvériser; sa dureté = 1,5...2; sa densité = 4,6. Au chalumeau, il brûle avec une flamme bleue; sur le charbon, il fond en bouillonnant, et donne avec la soude un globule de cuivre; il est soluble dans l'acide azotique.

Analyses de la Covelline :

	1° Du Vésuve, par Covelli.	2° De Badenweiler, par Walchner.	3° De Leogang, par Kenngott.
Soufre..	32,0	32,640	34,30
Cuivre..	66,0	64,773	64,56
Fer.	»	0,462	1,14
Plomb..	»	1,046	»

La Covelline se trouve rarement cristallisée en petits cristaux tabulaires, le plus souvent en masses amorphes ou en masses sphéroïdales à surface cristalline. Elle existe dans le cratère du Vésuve, où Covelli l'a remarquée le premier, et où il la regarde comme produite par la réaction de l'acide sulfhydrique sur le chlorure de cuivre. On l'a retrouvée depuis, en la désignant sous le nom de Kupferindig, avec d'autres minerais de cuivre, au milieu du schiste marno-bitumineux du terrain pénéen, dans le district de Sangerhausen, en Saxe, et dans quelques parties du Mansfeld et de la Thuringe; il existe en outre dans le pays de Bade, à Badenweiler, avec la chalkosine et la chalkopyrite; à Leogang, en Salzbourg, avec le calcaire spathique, dans un schiste argileux; on le cite encore comme se trouvant dans la Forêt-Noire; dans le Harz; près de Kielce, en Pologne; et même au Chili.

30e Espèce. Molybdénite.

Syn. : *Molybdène sulfuré*, Haüy; *Molybdanglanz*, Hausmann; *Wasserblei*, Werner.

Substance d'aspect métallique, d'un gris de plomb, ressemblant, par ses caractères extérieurs et son peu de dureté, au graphite, et se présentant, comme celui-ci, en lames hexagonales et en rognons disséminés dans les roches cristallines.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Bi-sulfure de molybdène, MoS^2, composé, en poids : de 40,20 de soufre, et de 59,80 de molybdène.

Système cristallin : Le dirhomboédrique?

Forme fondamentale : Le prisme hexaèdre régulier, de dimensions encore indéterminées. On cite des cristaux tabulaires de ce minéral, de forme hexagonale, avec des troncatures sur les arêtes des bases, qui présentent cette disposition annulaire, si commune dans les substances du système dihexaédrique. Cependant, il reste encore des incertitudes sur le système de cristallisation de la molybdénite. D'après M. de Kokscharow, ce système serait le rhombique, ou plutôt le klinorhombique, comme pour le minéral appelé clinochlore; M. Nordenskiöld croit voir aussi dans les cristaux de molybdénite de Pitkaranda, des formes appartenant à ce dernier système, et l'examen de ceux qui proviennent de Auerbach a conduit M. Knox à émettre une opinion semblable.

Un clivage très-net et très-facile a lieu parallèlement à la base des cristaux : les plans de clivage présentent des stries penniformes, comme on en voit dans quelques micas.

Caractères distinctifs.

Dureté : de 1 à 1,5 ; c'est un des minéraux les plus tendres; il reçoit l'empreinte de l'ongle, et se laisse aisément couper; il est mou, ductile, et gras au toucher; il est très-flexible, quand il est en lames minces. Son peu de dureté fait qu'il tache le papier en gris métallique, à la manière du graphite; mais il se distingue de celui-ci par la nuance verdâtre des traits qu'il forme sur la porcelaine.

Sa densité varie de 4,5 à 4,8. — Il est opaque, métallique, d'un gris de plomb bleuâtre ou rougeâtre.

Infusible au chalumeau, il colore la flamme en vert de serin; sur le charbon, il donne par le grillage de l'acide sulfureux, et laisse une matière blanche qui est de l'acide molybdique : attaqué par l'acide azotique, il donne immédiatement un précipité insoluble, formé de la même matière blanche. Ce précipité bleuit, lorsqu'on le place encore humide sur une lame de zinc.

Analyse de la molybdénite :

	Par Buchols.	Par Brandes.	Par Seybert.
Soufre.	40	40,4	39,68
Molybdène. . . .	60	59,6	59,42

D'après Pleischl, il y aurait un peu de sélénium dans la molybdénite de Schlackenwald. — La molybdénite est souvent recouverte d'une substance jaune, ocreuse, et pulvérulente, qui est de l'acide molybdique ($\dddot{\mathrm{Mo}}$), provenant sans doute d'un commencement d'altération de la molybdénite.

La molybdénite est toujours cristallisée, soit en prismes courts, simples ou modifiés sur les arêtes de leurs bases, soit en lames hexagonales, planes ou courbes, soit en petites lamelles aggrégées entre elles, ou disséminées isolément dans diverses roches. Elle appartient en général aux terrains de cristallisation, soit granitiques, soit schisteux, où sa gangue la plus immédiate est ordinairement une matière quarzeuse. On la trouve aussi dans les gîtes métallifères que renferment les mêmes terrains, et surtout dans les filons d'étain. Elle est très-répandue, mais elle n'existe que bien rarement en quantité un peu notable. On la trouve dans le Cornouailles et dans le Cumberland, en Angleterre; en Saxe, à Altenberg, Geier et Ehrenfriedersdorf; à Schlackenwald et Zinnwald, en Bohême; en France, dans le greisen stannifère des environs de Limoges; en plusieurs points du département du Rhône et des Pyrénées; dans les Alpes du Dauphiné, de la Savoie, du Piémont et du Tyrol; au pied du Mont-Blanc, dans les roches du Talèfre, et dans les vallées de Chamouni et de Valorsine; dans la mine de fer magnétique d'Arendal, en Norwège, et dans celle de Bispberg, en Suède; à Pitkaranda, en Finlande, et à Adontschelon, près Nertschinsk, en Sibérie; au Groënland, aux Etats-Unis, et au Brésil.

La molybdénite est employée quelquefois pour la préparation

d'une couleur bleue; mais elle sert surtout dans les laboratoires, pour la préparation de l'acide molybdique, ou pour l'extraction du molybdène. Le molybdène est un métal qui a beaucoup d'analogie avec le tungstène, et qui a été découvert par Scheele en 1778. En traitant un oxyde quelconque du métal, soit par le charbon, soit par l'hydrogène, on obtient le molybdène sous la forme d'une poudre grise qui prend l'éclat métallique sous le brunissoir. En élevant beaucoup la température, on est parvenu à l'obtenir en petites masses fondues, qui présentent l'aspect de l'argent mat; la densité du métal est alors de 8,6. Jusqu'à présent il est sans usages. Ce métal a plusieurs degrés d'oxydation, et quand on réduit partiellement par le zinc l'acide molybdique humecté d'eau, il se forme un composé bleu, qui est un oxyde salin, une sorte de molybdate d'oxyde molybdique.

On a récemment annoncé la découverte d'un nouveau sulfure de molybdène, dont la composition serait MoS^3, et que M. Haidinger propose de nommer *Pateraïte* (3e supplément à la Minéralogie de Dana, p. 14).

Ve Tribu. Adélomorphes.

Les substances dont la cristallisation n'est pas encore déterminée, et qui paraissent appartenir à l'ordre des séléniures et sulfures simples, sont les suivantes :

1. *Akanthite*. Kenngott a décrit sous ce nom des cristaux en aiguilles rhombiques très-aiguës du sulfure d'argent AgS, cristaux qu'il croit pouvoir rapporter au système orthorhombique, et qui offriraient la seconde forme du sulfure d'argent naturel, sans mélange de sulfure de cuivre. Cette nouvelle espèce accompagne les cristaux cubiques du même sulfure, à Joachimsthal en Bohême. Elle est d'un noir de fer, opaque, avec l'éclat métallique. Sa densité est de 7,35 ; sa dureté de 2,5. Elle est ductile et malléable.

2. *Onofrite*. Minéral qui a à peu près l'éclat et la couleur du cuivre gris, et qu'on a trouvé à San-Onofre, au Mexique, dans un filon, avec d'autres minerais de mercure. D'après l'analyse qu'en a faite Henri Rose, c'est un séléni-sulfure de mercure, de la formule Hg(S, Se), contenant sur 100 parties, mercure 81,33, soufre 10,30, et sélénium 6,49. Il est en masses compactes ou grenues, sans aucun indice de clivage; les minéraux pierreux

qui l'accompagnent, sont : le quarz, le calcaire et la barytine. On a retrouvé ce minerai de mercure à Zorge et à Clausthal, au Harz, avec une composition analogue : seulement le soufre est là remplacé presque entièrement par du sélénium. Il est mélangé au quarz d'une manière intime, et associé au cuivre pyriteux. A cause de la petite quantité de soufre que renferme cette variété, on pourrait la considérer comme une espèce à part, comme un séléniure simple de mercure Hg Se, et c'est ce que propose M. Naumann, qui lui donne le nom de Tiemannite, parce qu'elle a été découverte et signalée par M. Tiemann.

3. *Voltzine* (Fournet). Substance découverte par M. Fournet, dans la mine de Rosières, près Pontgibaud, dans le département du Puy-de-Dôme, en petites masses sphéroïdales ou mamelonnées, ayant une structure composée de lames curvilignes ; ces lames ont un éclat légèrement perlé. D'après l'analyse de M. Fournet, ce minéral serait un oxy-sulfure de zinc, de la formule $4 Zn S + ZnO$. Les couleurs sont le rouge de brique ou rouge de rose foncé, le brun et le jaunâtre ; il est opaque, ou faiblement translucide sur les bords. Sa densité = 3,6 ; sa dureté = 4,5. Au chalumeau et sur le charbon, il se comporte comme la blende ; il se dissout dans l'acide chlorhydrique, en dégageant des vapeurs d'hydrogène sulfuré. Il est composé de 82,8 de sulfure de zinc, et de 17,2 d'oxyde de zinc. On a retrouvé ce minéral aux environs de Joachimsthal, en Bohême, dans la mine nommée Elias, avec de la blende, de la galène, de l'argyrose et du bismuth natif. Enfin, M. Kersten l'a observé à l'état cristallin, dans les produits des fourneaux, où l'on traite des minerais de zinc, à Freiberg en Saxe, et à Altenau dans le Harz. Suivant le docteur Frankenheim, ces dernières variétés présenteraient les clivages en même temps que les formes hémiédriques de la blende.

IVe Ordre. SULFURES MULTIPLES. (Sulfo-sels.)

Ire Tribu. Quadratiques.

1re Espèce. Stannine.

Syn. : *Étain pyriteux; Étain sulfuré,* Haüy; *Stannine,* Beudant; *Zinnkies*, Werner.

Substance métalloïde, d'un gris d'acier jaunâtre, tirant sur le jaune de bronze, ou sur le gris verdâtre du métal de cloche; à poussière noire; compacte ou à cassure granulaire, et offrant quelquefois, mais bien rarement, dans ses cavités, de petits cristaux en forme de prismes droits rectangulaires, qu'on a pris généralement pour des cubes; il est probable néanmoins que ce sont plutôt des prismes droits à bases carrées. Sa densité est de 4,5; sa dureté, de 4; elle est fragile; sa cassure est inégale et imparfaitement conchoïde. C'est une combinaison complexe de sulfure d'étain, de sulfure de cuivre et de sulfure de fer, contenant, d'après l'analyse de Kudernatsch, soufre 30,13; étain 27,53, cuivre 29,64, et fer 12,76. Une portion du fer est quelquefois remplacée par du zinc. Cette composition peut être traduite en formule de plusieurs manières différentes.

Suivant Kenngott, on peut la ramener au type général $\overset{I}{r}\overset{III}{R}$, $\overset{III}{R}$ représentant du sesquisulfure d'étain et de fer, et $\overset{I}{r}$ du sulfure de cuivre; et comme cette formule est généralement celle des substances qui cristallisent dans le système régulier, son adoption pourrait justifier l'idée de ceux qui regardent comme des cubes, les indices de cristaux dont nous avons parlé ci-dessus. Dans ce cas, la composition de la stannine serait la suivante: $\text{Cu}S\,(Sn^2S^3, Fe^2S^3)$, et il y aurait quatre atomes de soufre pour deux de cuivre, un d'étain et un de fer.

M. Rammelsberg regarde le fer comme étant dans ce minerai à l'état de bisulfure, et en partant de cette idée, il arrive à la formule $\overset{I}{Sn^2}\overset{II}{Fe} + \text{Cu}^2Fe$.

Enfin, MM. Kudernatsch et G. Rose, admettant au contraire que l'étain soit à l'état de bisulfure, représentent la composition de la stannine par la formule très-simple $(\overset{I}{\text{Cu}}+\overset{I}{Fe})^2\overset{II}{Sn}$, que nous avons adoptée. D'après cette formule, la composition de l'étain

pyriteux serait analogue à celle du cuivre pyriteux (ou de la Chalkopyrite), ce ne serait qu'un cuivre pyriteux stannifère, un cuivre pyriteux dans lequel le bisulfure de fer serait remplacé par le bisulfure d'étain. (*Voir* ci-après l'article de la Chalkopyrite.) La chalkopyrite cristallisant dans le système quadratique, et en octaèdres très-rapprochés du cube, on est conduit alors à considérer les petits prismes rectangulaires de stannine, non comme des cubes, mais comme des prismes quadratiques peu différents du cube; ces prismes offriraient un triple clivage rectangulaire, que les auteurs ont pris pour un clivage cubique.

La stannine est fusible au chalumeau, en couvrant le charbon d'une poussière blanche non volatile (oxyde d'étain). Elle est soluble dans l'acide azotique, en donnant un précipité blanc immédiat, qui peut se dissoudre à son tour dans l'acide chlorhydrique : cette dernière solution précipite en pourpre par le chlorure d'or (pourpre de Cassius). La première solution, la solution azotique, précipiterait en outre du cuivre, sur une lame de fer qu'on viendrait à y plonger; elle deviendrait bleue par une addition d'ammoniaque, et précipiterait en même temps de l'oxyde de fer.

Analyse de la stannine :

	De Huel Rock, par Klaproth.	De la même, par Kudernatsch.	Du Mont-St.-Michel, par Jhonston.	De la Stannine de Zinnwald, par Rammelsberg.
Soufre. .	30,5 . . .	29,64 . . .	29,93 . . .	29,05
Etain. .	26,5 . . .	25,55 . . .	13,62 . . .	25,65
Cuivre. .	30,0 . . .	29,39 . . .	28,55 . . .	29,38
Fer. .	12,0 . . .	12,44 . . .	4,79 . . .	6,24
Zinc. . .	» . . .	1,77 . . .	10,11 . . .	9,66

Cette substance, extrêmement rare, n'a été trouvée pendant longtemps qu'au Cornouailles, en Angleterre, où elle existe en petites masses, ou en veines quelquefois assez considérables, dans les filons de cuivre pyriteux qui traversent les filons plus anciens d'oxyde d'étain de la même contrée, et l'on remarque que c'est surtout dans les points de croisement des deux sortes de filons, qu'on a le plus de chance de rencontrer la stannine. On la trouve principalement dans la mine de Huel-Rock, paroisse de Sainte-Agnès, avec le cuivre pyriteux, la pyrite ordinaire et la blende; mais on la cite aussi au Mont-Saint-Michel, dans le même pays, où elle existe en petites veines au milieu du granite. Enfin, elle a été retrouvée plus récemment à Zinnwald

dans l'Erzgebirge, avec la blende et la galène. Parce qu'elle a souvent l'aspect du bronze ou du métal de cloche, elle est désignée par les mineurs du Cornouailles sous le nom de *bell-metal ore* (mine du métal de cloche). Jusqu'à présent, elle est sans usages; si l'on venait à la rencontrer plus abondamment, on pourrait en obtenir par la fonte une sorte de bronze naturel, qui peut-être jouirait de propriétés intéressantes. Ce qu'on appelle dans les arts *or mussif*, est une combinaison artificielle de soufre et d'étain, qui sert à colorer le bronze, et à enduire les coussins des machines électriques, dont elle rend les effets plus énergiques.

2e Espèce. Chalkopyrite.

Syn. : *Cuivre pyriteux;* Haüy; *Pyrite cuivreuse; Mine de cuivre jaune; Kupferkies,* Werner; *Towanite,* Brooke et Miller.

Le plus commun de tous les minerais de cuivre, et celui dont on retire la plus grande partie du métal qui est répandu dans la circulation. C'est une combinaison du sulfure de cuivre avec le bisulfure de fer, dans un rapport tel qu'elle contient deux atomes de soufre pour un de cuivre et un de fer. Ce minerai est d'un jaune de laiton, tirant sur la couleur du cuivre doré, ou d'un jaune tirant sur le verdâtre. Sa surface s'altère fréquemment, et prend un aspect irisé, qui présente les nuances gorge-de-pigeon.

Caractères essentiels.

Composition chimique : Double sulfure de cuivre et de fer, de la formule $(\overset{\prime}{Cu} + \overset{\prime}{Fe})^2 \overset{\prime\prime}{Fe}$. Cette composition est analogue à celle de la hausmannite $\dot{Mn}^2 \ddot{Mn}$, et l'on verra que la cristallisation de la chalkopyrite a aussi beaucoup de ressemblance avec celle de cette dernière substance. Les proportions en poids sont les suivantes : soufre 35,37, cuivre 34,81 et fer 29,82.

Système cristallin : Le système quadratique, avec hémiédrie polaire, ou système sphénoédrique.

Forme fondamentale : Le prisme droit à base carrée, dans lequel le côté b de la base est à la hauteur h, comme 5 : 7 (Lévy). Ce prisme passe par la modification b^1 à un quadroctaèdre (fig. 191, pl. 27), dont les angles sont de 109°53' et 108°40', et qui par conséquent se rapproche beaucoup de l'octaèdre régu-

lier, dont tous les angles sont de 109°28'. Les différences entre les angles correspondants ne vont guère qu'à un demi-degré, et sont difficiles à apprécier avec le goniomètre d'application : ce qui explique l'erreur commise par Haüy, qui a rapporté les formes de la pyrite cuivreuse au système régulier.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les formes cristallines les plus habituelles sont : 1° des sphénoèdres simples, dont les faces font entre elles, à l'endroit des arêtes horizontales, un angle de 71°20'; 2° des sphénoèdres modifiés sur leurs angles (fig. 192, pl. 27), et passant à l'octaèdre (fig. 191), lequel, dans ce cas, est toujours une forme composée; 3° enfin des quadroctaèdres (fig. 191), mais rarement bien proportionnés quant à l'étendue de leurs faces, dont l'inégalité rappelle les différences physiques qui les distinguent. Ces octaèdres sont souvent groupés par transposition, le plan d'hémitropie étant parallèle à l'une de leurs faces. D'autres lois de groupement s'observent encore dans ce minéral, et la même loi se répète souvent un grand nombre de fois, de manière à produire des groupes très-compliqués. Des clivages assez distincts ont lieu parallèlement aux faces de l'octaèdre a^1 (fig. 193), dont l'angle à la base est de 126°11'; il y a aussi un clivage parallèle à la base de la forme primitive, mais il est beaucoup moins net. Les cristaux sont généralement assez petits, et déformés par des allongements ou raccourcissements dans certains sens.

Physiques. — Densité = 4,1 à 4,3. Dureté = 4. La chalkopyrite est cassante, à un faible degré; sa cassure est inégale et imparfaitement conchoïde.

Aspect : métallique; couleur : le jaune de bronze ou de laiton, avec une nuance verdâtre; quelquefois le jaune d'or, avec des teintes irisées, qui se montrent par places, et qui sont dues à un commencement d'altération superficielle. La couleur de la poussière est noire.

Chimiques. — Fusible au chalumeau, en globules attirables à l'aimant, et qui, traités ensuite avec la soude, donnent un bouton de cuivre. Soluble dans l'acide azotique : la solution devient bleue par l'ammoniaque, en même temps qu'elle donne un précipité abondant d'oxyde de fer.

Analyses de la chalkopyrite :

	1° Du Ramberg, dans le Sayn, par H. Rose.	2° De Saint-Sauveur, dans la Lozère, par Berthier.	3° Du Monte-Catini, en Toscane, par Bechi	4° De Finlande, par Hartwall.
Soufre.	35,87	30,80	36,16	36,33
Cuivre.	34,40	34,00	32,79	32,20
Fer.	30,47	32,00	29,75	30,03
Silice.	0,27	2,00	0,86	2,23

VARIÉTÉS.

Formes déterminables.

Modifications sur les arêtes : b^1, b^2, b^3, b^4, $b^{1/2}$.
— sur les angles : a^1, a^2, a^3; $a^{4/3}$; $(b^1 b^{1/3} h^{1/6})$.

Les principales formes simples, ou combinaisons connues, sont les suivantes :

1. La chalkopyrite *octaèdre;* en octaèdres à base carrée, tantôt directs, et tantôt inverses, avec des valeurs d'angles différentes. Neuf de ces quadroctaèdres ont été observés, mais la plupart seulement dans un état de subordination à l'égard des octaèdres b^1, a^1 et a^2, qui sont les plus ordinaires, et qui peuvent acquérir un développement complet.

Le premier, l'octaèdre b^1 (fig. 191, pl. 27), est un des plus communs, et se montre souvent sans aucune modification. C'est la forme admise comme fondamentale par les minéralogistes allemands, et que Haüy considérait comme étant l'octaèdre régulier; mais Mohs et Haidinger ont reconnu que cet octaèdre est à base carrée, et que l'angle à la base est de 108°40', tandis que l'angle aux arêtes culminantes est de 109°53' : les mesures de Phillips ont confirmé cette détermination.

La figure 192 représente le même octaèdre sous l'aspect d'un tétraèdre à triangles isoscèles (ou sphénoèdre) épointé. Le sphénoèdre simple, résultant de l'évanouissement des faces b^1, représenterait le tétraèdre que Haüy prenait pour forme primitive : mais, tandis que, dans l'opinion de ce savant, ce tétraèdre devait être le régulier, il offre réellement des angles de deux valeurs différentes, savoir : 71°20' aux arêtes horizontales, et 70°7' aux arêtes obliques. Cette forme se rencontre dans les mines de Baigorry, dans les Pyrénées, et de Sainte-Marie, dans les Vosges;

dans celles du Cornouailles, en Angleterre, et dans la mine d'Ecton, en Staffordshire; à Kamsdorf, en Saxe.

2. L'octaèdre inverse a^1 (fig. 193, moins les faces b^1) se rencontre aussi seul, ou simplement basé, c'est-à-dire avec les faces p, qui tronquent seulement les angles supérieur et inférieur. Les angles de cet octaèdre sont: de 126°11' à la base, et de 101°49' aux arêtes culminantes.

3. Le plus ordinairement, cet octaèdre se présente combiné avec le précédent, comme on le voit fig. 193, et paraissant alors émarginé seulement à l'endroit de ses arêtes obliques. Cette combinaison prend souvent l'aspect sphénoïdal ou tétraédriforme que montre la figure 194. — Incidence de a^1 sur b^1 = 140°52'. — A Sainte-Agnès, en Cornouailles; dans les mines de Freiberg et de Gersdorf, en Saxe.

4. A cette combinaison s'ajoutent souvent les faces de l'octaèdre a^2, qui est l'octaèdre tangent aux arêtes culminantes de b^1, et les bases p. Les angles de l'octaèdre a^2 sont de 89°9' à la base, et 120°30' aux arêtes des sommets.

5. Quatre autres octaèdres, de position directe, et deux octaèdres inverses, se montrent assez souvent subordonnés aux formes précédentes: ce sont les octaèdres : b^2 (avec l'angle de 69°44' à la base); b^3(49°50'); $b^4$155°6'); ($b^{1/2}$(140°32'); a^3(134°19'); $a^{4/3}$(111°50'). On observe aussi les faces i d'un scalénoèdre à huit faces, donné par la loi $i = b^1\, b^{1/3}\, b^{4/6}$.

6. La chalkopyrite en *prisme à base carrée*, dont les angles et les arêtes des bases sont tronqués, $p\,m\,a^3\,b^4$: les cristaux sont aplatis parallèlement à la base p, et montrent distinctement les pans m, m de la forme primitive.

Indépendamment des cristaux simples dont nous venons de parler, et qui se font remarquer souvent par la dissymétrie apparente de leurs formes, on rencontre fréquemment dans la chalkopyrite, des cristaux maclés, suivant diverses lois, dont nous indiquerons ici les principales : 1° Face d'hémitropie parallèle, et axe de révolution perpendiculaire à une face de l'octaèdre b^1 : groupement semblable à celui qu'on voit si souvent dans les espèces qui cristallisent en octaèdre régulier, et que Haüy désignait par le nom d'*octaèdre transposé*. 2° Face d'hémitropie parallèle, et axe de révolution normal à une face de l'octaèdre a^2. Ce cas s'observe fréquemment dans la combinaison $p\,b^1\,a^1\,a^2$. Le groupement se répète quelquefois entre six cristaux de la même forme qui se superposent, de manière que l'individu inférieur

sert de support aux quatre individus moyens, lesquels supportent à leur tour l'individu supérieur, et le tout offre l'apparence d'un octaèdre régulier, qui aurait été légèrement tronqué sur ses arêtes et sur ses angles. 3° Deux cristaux du type sphénoïdal ou tétraédrique se groupent par entrecroisement, comme les deux tétraèdres réguliers représentés fig. 17, pl. 12, l'un d'eux étant tourné par rapport à l'autre de 90° autour de l'axe principal. Ce groupement s'observe dans les cristaux provenant de la mine Kurprinz, près de Freiberg.

VARIÉTÉS DE FORMES ET DE STRUCTURES ACCIDENTELLES.

1. La chalkopyrite *dendritique*, nuancée de diverses couleurs. A Kamsdorf, en Saxe.

2. La chalkopyrite *concrétionnée*, en stalactites, en masses mamelonnées ou tuberculeuses, dont la surface est souvent d'un gris bronzé plus ou moins sombre, et dont la cassure est plus terne que celle des autres variétés.

3. La chalkopyrite *incrustante*, en enduits minces à la surface du cuivre gris, et de cristaux de barytine ou de calcaire.

4. La chalkopyrite *compacte*, en masses amorphes, quelquefois assez considérables.

Les variétés précédentes sont souvent irisées à la surface par suite d'un commencement d'altération. Cet accident donne lieu à ce que l'on nomme vulgairement *pyrites à gorge de pigeon*, ou *pyrites à queue de paon*. Il ne faut pas confondre ces variétés irisées avec les cuivres panachés, qui appartiennent à l'espèce suivante. Certaines pyrites cuivreuses sont faiblement argentifères; il en est aussi qui contiennent un peu d'or, comme la pyrite cubique de fer. Cette dernière est d'ailleurs un des associés les plus constants de la pyrite cuivreuse.

Gisements et usages. — La chalkopyrite ou pyrite cuivreuse est un des minerais de cuivre les moins riches, mais il est le plus abondant et l'un de ceux que l'on recherche et que l'on exploite le plus ordinairement pour la préparation du cuivre métallique. Il forme des filons ou des amas dans les terrains schisteux cristallins, tels que le gneiss, le schiste talqueux, le schiste argileux, et on le rencontre aussi en veines, ou en rognons, dans les terrains de sédiment, qui ont été traversés par des sources minérales ou par des roches éruptives, qui sont le plus souvent des serpentines.

En Angleterre, le cuivre pyriteux existe en filons considérables dans des schistes argileux appelés *Killas* (mines de Sainte-Agnès, de Redruth, de St-Austle, de Tavistock, etc.). Ces mines importantes fournissent annuellement dix à douze mille tonnes de cuivre pur. Le minerai cependant n'y est pas très-riche; il rend très-rarement 10 à 12 pour cent; sa richesse moyenne n'est que de 8, et parfois il ne donne que 3 à 4 pour cent. Cela tient à ce qu'il est souvent mélangé de pyrite de fer, en plus ou moins grande quantité. On exploite encore des mines de cuivre pyriteux dans l'île d'Anglesey, et dans le comté de Wicklow, en Irlande; dans le Derbyshire, le Staffordshire, etc.

Dans l'Europe septentrionale, sont les mines célèbres de Röraas, en Norwège, de Fahlun, Garpenberg, et Nya-Kopparberg, en Suède; celles de Kaafiord, et d'Orijerfvi, près Helsingfors, en Finlande. Le minerai de Fahlun est mêlé de pyrites ferrugineuses, comme celui du Cornouailles; il forme au milieu du gneiss de vastes amas enveloppés de serpentine.

En Allemagne, on exploite des pyrites cuivreuses dans le Harz, au Rammelsberg, près de Goslar; le minerai y forme des lits interrompus au milieu de la grauwacke schisteuse; il y est associé à la pyrite de fer, à la blende, à la galène, et il renferme de petites quantités d'or et d'argent. En Saxe, aux environs de Freiberg, la mine de Kurprinz a fourni de beaux cristaux de chalkopyrite. Cette substance fait partie des minerais de cuivre qui pénètrent intimement le schiste marno-bitumineux, dit *cuprifère*, du terrain pénéen du Mansfeld. On la retrouve aussi à Herrengrund, près de Neusohl, en Hongrie; à Kupferberg et Rudolstadt, en Silésie, etc.

En Italie, la Toscane nous offre le gîte important du Monte-Catini, près de Volterra. Là, la chalkopyrite, associée au cuivre panaché, qui forme souvent la partie dominante du dépôt, se rencontre en amas ou filons irréguliers au milieu du terrain de craie, se liant aux roches de gabbro et de serpentine, qui touchent ou pénètrent ce terrain; elle forme aussi un filon à Rocca-Tederighi, dans le Messetano; on exploite encore des mines de cuivre dans le Campigliese, notamment à Temperino, dans le groupe du Monte-Calvi : la chalkopyrite forme là des dykes assez puissants, et elle y est accompagnée d'yénite et d'amphibole.

En France, les dépôts de cuivre pyriteux sont assez nombreux, mais malheureusement trop épars et trop peu étendus,

ce qui est cause que ce pays ne produit pas la quinzième partie de la quantité de cuivre nécessaire à ses besoins. La chalkopyrite forme des veines dans le schiste talqueux à Chessy et à Saint-Bel, dans le département du Rhône; à Baigorry, dans les Pyrénées; dans le gneiss et dans le micaschiste, à la Gardette, et aux Chalanches, dans le département de l'Isère; elle se trouve aussi à Giromagny, dans le département du Haut-Rhin, et à Sainte-Marie-aux-Mines, dans les Vosges.

En Amérique, les Etats-Unis, le Mexique, la Colombie et surtout le Chili, possèdent des gîtes cuprifères importants, composés en très-grande partie de cuivre pyriteux, associé au cuivre panaché.

IIe Tribu. Cubiques.

3e Espèce. Phillipsite (Beudant).

Syn. : *Cuivre pyriteux hépatique*, Haüy; *Cuivre panaché; Bunt-Kupfererz*, Werner; *Bornite*, Haidinger; *Erubescite*, Bechi et Dana.

Cette substance a été longtemps confondue, soit avec la chalkosine, sous le nom de *mürbes Kupferglas*, soit avec la chalkopyrite, sous celui de *cuivre pyriteux hépatique;* mais elle paraît constituer une espèce à part, intermédiaire entre ces deux minerais. C'est R. Phillips qui, le premier, a reconnu sa véritable composition, par laquelle ce minéral s'éloigne du cuivre pyriteux, non moins que par sa forme cristalline; il se rapproche beaucoup plus du cuivre sulfuré, et l'on verra tout-à-l'heure qu'il serait possible de l'y ramener encore, au moins comme variété de mélange, si l'on interprétait ses analyses, ainsi que Phillips a proposé de le faire. Il en diffère par la couleur violette ou purpurine qu'il présente à l'intérieur, dans les cassures fraîches, ce qui lui a fait donner par Phillips le nom de *Purple-Copper*, et par les teintes irisées, et le plus souvent nuancées de bleu et de rouge, qu'il offre à sa surface, ce qui lui a valu le nom de *Cuivre panaché* (Bunt-Kupfererz).

Caractères essentiels de la Phillipsite.

Composition chimique : La phillipsite est composée, suivant R. Phillips, de 3 atomes de soufre, 4 de cuivre et 1 de fer, ce qu'il exprime par la formule $2\overset{\prime}{\text{Cu}}+\overset{\prime}{\text{Fe}}$. Mais, d'après les analyses

plus récentes de Plattner, Chodnew et Warrentrapp, elle serait formée de 3 atomes de soufre, 3 de cuivre et 1 de fer, ce que l'on peut exprimer par la formule $(3\overset{I}{Cu}+\overset{I}{Fe})^4\overset{II}{Fe}$, ou bien par celle-ci : $\overset{I}{Cu}{}^3\overset{III}{Fe}$. Quelle que soit celle de ces deux dernières formules que l'on adopte (nous avons donné la préférence à la première), la phillipsite sera le résultat de la combinaison d'au moins deux sulfures, et elle devra prendre place dans l'ordre des sulfures multiples. Si l'on admettait au contraire la formule de R. Phillips, elle ne serait plus que de la chalkosine *cubique,* mêlée de monosulfure de fer, et elle devrait être reportée dans l'ordre précédent, et placée à côté de la chalkosine orthorhombique. Cette manière de voir pourrait s'appuyer sur le fait, précédemment établi, du dimorphisme du sulfure de cuivre $\overset{I}{Cu}$; et sur les variations qu'on observe dans les proportions relatives du cuivre et du fer, pour une même quantité de soufre. La formule $\overset{I}{Cu}{}^3\overset{III}{Fe}$ est celle que M. Rammelsberg admet pour la phillipsite, tandis qu'il adopte la formule $\overset{I}{Cu}\overset{III}{Fe}$ pour la chalkopyrite. Selon Böcking, la tendance remarquable de ces deux espèces à s'iriser superficiellement tiendrait à la facilité avec laquelle le sesquisulfure de fer se changerait au contact de l'air en sesquioxyde.

Forme cristalline : Le cube, et le cubo-octaèdre, avec des traces de clivage octaédrique. Les cristaux sont rares, et leurs faces peu nettes, et généralement courbes.

Caractères distinctifs.

Physiques. — Densité = 5. — Dureté 3. Elle est molle, peu fragile; sa cassure est inégale, légèrement conchoïde, et d'un rouge violâtre.

Aspect : métalloïde, avec une couleur intermédiaire entre le rouge de cuivre et le brun de tombac, avec des nuances irisées de bleu et de violet.

Chimiques. — Au chalumeau et sur le charbon, elle fond en un globule d'un gris d'acier, attirable à l'aimant; avec la soude, elle donne un bouton de cuivre. Elle est soluble dans l'acide azotique, et la liqueur, d'abord verdâtre, devient bleue par l'addition de l'ammoniaque, en donnant un précipité d'oxyde de fer. Ce dernier caractère, joint à celui du globule attirable,

distingue nettement cette espèce du cuivre sulfuré proprement dit.

Analyses de la phillipsite :

	De Ross-Island, par R. Phillips.	Du Cornouailles, par Plattner.	De la même, par Warrentrapp.
Cuivre. .	61,07	56,76	58,20
Fer. . . .	14,00	14,84	14,85
Soufre. .	23,75	28,24	26,98

La phillipsite cristallisée est très-rare : ses cristaux sont tantôt simples et tantôt groupés par hémitropie, le plan de jonction étant parallèle à une face de l'octaèdre régulier. Cette substance se rencontre bien plus fréquemment à l'état amorphe, le plus souvent en rognons disséminés, en incrustations à la surface des roches, et en enduits minces et superficiels sur d'autres minerais de cuivre, et particulièrement sur la chalkosine et la chalkopyrite, auxquelles elle est fréquemment associée. Les variétés cristallisées viennent des mines du Cornouailles, et, entr'autres, de celles de Tincroft et de Dolcoath, près de Redruth. Les variétés massives se rencontrent à Ross-Island dans le Killarney, en Irlande ; dans les schistes cuivreux de la Hesse et du Mansfeld ; dans le Bannat en Hongrie, et dans un grand nombre des gisements où se trouve le cuivre pyriteux, notamment au Monte-Catini, en Toscane, où la phillipsite forme la partie la plus considérable de ce gîte cuprifère ; c'est un minerai de cuivre important, en ce qu'il est plus riche que la chalkopyrite, car il rend 60 pour cent de cuivre, tandis que la chalkopyrite n'en rend guère que la moitié de cette quantité.

4e Espèce. Cuban.

Breithaupt a séparé de la philippsite, un minéral que l'on considérait comme une variété de cette espèce, et qui vient de Baracanao, dans l'île de Cuba. C'est, à proprement parler, une phillipsite plus riche en fer, et dans laquelle les proportions des deux monosulfures sont renversées ; la composition chimique de ce minéral peut donc être représentée par la formule $(3\overset{\prime}{Fe}+\overset{\prime}{\rlap{-}Cu})^4\overset{\prime\prime}{Fe}$, semblable à celle de l'espèce précédente ; quant à sa forme, elle est aussi la même que celle de la phillipsite, si l'on en juge

par les clivages. L'analyse du Cuban, faite par Scheidauer, lui a donné le résultat suivant :

Cuivre.	22,96
Fer.	42,51
Soufre.	31,78

La densité de ce minéral = 4 ; sa dureté = 4 ; il est cassant. Sa couleur est intermédiaire entre le jaune de laiton et le jaune de bronze ; sa poussière est noire. Il fond aisément au chalumeau, et se comporte d'ailleurs comme le cuivre pyriteux.

On ne l'a point encore trouvé en cristaux déterminables, mais ement en masses cristallines, clivables avec la même net- dans trois directions perpendiculaires entre elles. On ne le jusqu'à présent que dans une seule localité, à Baracanao, l'île de Cuba.

5e Espèce. Tétraédrite (Cuivre gris).

Syn. : *Cuivre gris*, Haüy ; *Panabase*, Beudant ; *Fahlerz*, Werner et Hausmann ; *Tetraedrit*, Haidinger, Naumann et Dana.

Le minerai que l'on désigne par la dénomination de *Cuivre gris* (en Allemand, *Fahlerz*), est bien moins une espèce proprement dite, qu'un de ces groupes intimes d'espèces isomorphes, tellement mélangées et confondues entre elles, qu'on ne peut les séparer rigoureusement, à cause des passages insensibles qui s'établissent entre les divers échantillons qui les représentent (*Voir* ci-dessus page 17). On ne peut traiter de pareils groupes que comme s'ils étaient de véritables espèces, sauf à indiquer par des subdivisions principales les parties de la série où prédomine tel ou tel des composants isomorphes, en se laissant guider par les caractères extérieurs, en même temps que par les différences de la composition élémentaire. A cause du grand nombre de radicaux métalliques qui peuvent se remplacer les uns les autres, sans altérer le type chimique de ce minerai, Beudant avait proposé de lui donner le nom de *Panabase ;* mais ce nom ayant donné lieu à quelques critiques, et n'ayant pas été adopté par les minéralogistes étrangers, nous lui avons préféré celui de Tétraédrite, admis par MM. Haidinger, Naumann et Dana, et qui rappelle un des caractères les plus frappants du minerai dont il s'agit.

Caractères essentiels de la Tétraédrite.

Composition chimique : La composition des cuivres gris paraît assez compliquée au premier abord, et très-variable à cause des substitutions totales ou partielles qui s'opèrent entre diverses bases; mais, en réunissant sous le même symbole toutes celles qui sont isomorphes entre elles, on parvient à ramener cette composition à une formule générale des plus simples, savoir la formule $\overset{\prime}{r}^4 \overset{\prime\prime\prime}{R}$; c'est-à-dire que le cuivre gris peut être considéré comme la combinaison d'un atome de sesquisulfure et de quatre atomes de monosulfure. Le sesquisulfure est à base d'antimoine ou d'arsenic; le monosulfure a le plus ordinairement pour radicaux, le cuivre, l'argent, le fer et le zinc, et plus rarement le mercure; de sorte que la formule précédente peut se développer ainsi :

$$(\overset{\prime}{Cu}, \overset{\prime}{Ag}, \overset{\prime}{Fe}, \overset{\prime}{Zn}, \overset{\prime}{Hg})^4 (\overset{\prime\prime\prime}{Sb}, \overset{\prime\prime\prime}{As}).$$

Système cristallin : Le cubo-tétraédrique.

Forme fondamentale : Le cube, avec hémiédrie polaire.

Forme dominante : Le tétraèdre régulier.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les formes dominantes dans cette espèce sont : le tétraèdre régulier, et les autres formes caractéristiques du système tétraédrique, principalement le dodécaèdre trapézoïdal, et le tétratrièdre (ou tétraèdre pyramidé); quelquefois aussi, mais plus rarement, le dodécaèdre rhomboïdal, qui se montre d'ailleurs en combinaison fréquente avec les formes précédentes, et qui n'est ici qu'un cas particulier de la série des dodécaèdres trapézoïdaux. Des clivages octaédriques, peu distincts, s'observent dans les cuivres gris antimonifères; dans les tennantites, ou cuivres gris arsenifères, où le dodécaèdre rhomboïdal est souvent la forme qui domine, des clivages ont lieu parallèlement aux faces de cette dernière forme, sans être plus nets que ceux dont nous venons de parler.

Physiques. — Aspect : le gris métallique, variant depuis le gris de plomb ou gris d'acier, plus ou moins clair, jusqu'au gris foncé ou noir de fer. La couleur de la poussière est noirâtre, avec une teinte rouge dans les variétés les plus riches en sulfure

de zinc. L'éclat de la surface ressemble quelquefois à celui de l'acier poli; mais il se ternit à l'air.

Densité : varie de 4,3 à 5,2. — Dureté : varie de même depuis 3 jusqu'à 4. Ce minerai est cassant; sa cassure est inégale, à grain fin, et peu brillante. Il acquiert par le frottement l'électricité négative, quand il est isolé.

Chimiques. — Fusible au chalumeau, en dégageant le plus souvent des vapeurs d'antimoine, et quelquefois des vapeurs arsénicales; et se transformant en une scorie d'un gris-noirâtre, qui souvent est magnétique, et donne un grain de cuivre avec la soude. — Attaquable par l'acide azotique, en donnant lieu le plus souvent à un précipité immédiat d'oxyde antimonique; la solution devient bleue par addition d'ammoniaque. Elle précipite en bleu par le ferro-cyanure jaune de potassium, et donne ıvent les réactions de l'argent et du zinc, plus rarement celles du mercure et du plomb, quand on y plonge des lames métalliques, convenablement choisies.

La composition chimique des cuivres gris est très-variable, par suite des substitutions nombreuses qui s'établissent entre celles des bases qui ont le plus d'analogie entre elles; mais Henry Rose a montré le premier que leurs analyses, en apparence si discordantes, pouvaient se ramener à la formule générale que nous avons rapportée ci-dessus; il suffit d'admettre, pour arriver à ce résultat, que l'antimoine et l'arsenic se remplacent mutuellement en quantités atomiques équivalentes; que l'argent remplace aussi le cuivre, du moins en partie, et qu'il en est de même du zinc, du mercure, et peut-être aussi du plomb (mais ce dernier cas est beaucoup plus rare), à l'égard du cuivre et du fer. La proportion du zinc varie de 1 à 8 pour cent; celle de l'argent ou du mercure peut s'élever jusqu'à 16 à 18 pour cent.

Analyses du cuivre gris :

	1° De Kapnik, en Hongrie, par H. Rose.	2° De Gersdorf, en Saxe, par le même.	3° De Sainte-Marie-aux-Mines, par le même.
Soufre....	25,77	26,33	26,83
Antimoine..	23,94	16,52	12,46
Arsenic...	2,88	7,21	10,19
Cuivre...	37,98	38,63	40,60
Fer.....	0,86	4,89	4,66
Zinc.....	7,29	2,76	3,69
Argent...	0,62	2,37	0,60

	4° De Dillenburg, en Nassau, par H. Rose.	5° De Zilla, près Clausthal, par le même.	6° d'Algérie, par Ebelmen.
Soufre. . . .	25,03	24,73	27,25
Antimoine. .	25,27	28,24	14,77
Arsenic. . .	2,26	» »	9,12
Cuivre. . . .	38,42	34,18	41,57
Fer.	1,52	2,27	4,66
Zinc.	6,85	5,55	2,24
Argent. . . .	0,83	4,27	» »

	7° De Saint-Wenzel, près Wolfach, par H. Rose.	8° De Schwatz, en Tyrol, par Weidenbusch.	9° De Poratsch, en Hongrie, par de Hauer.
Soufre. . . .	23,52	22,96	24,37
Antimoine. .	26,63	21,35	25,48
Arsenic. . .	» »	» »	» »
Cuivre. . . .	25,23	34,57	30,58
Fer.	3,72	2,24	1,46
Zinc.	3,10	1,34	» »
Argent. . . .	17,71	» »	0,09
Mercure. . .	» »	15,27	16,69

	10° De la Tennantite, du Cornouailles, par Kudernatsch.	11° Du Zinkfahlerz, de Freiberg, par Plattner.
Soufre. . . .	27,76	28,11
Arsenic. . . .	19,10	18,87
Cuivre. . . .	48,94	41,07
Fer.	3,57	2,22
Zinc.	» »	8,89

Quelques variétés de cuivre gris, des environs de Freiberg, contiennent une petite quantité de plomb, sans doute à l'état de mélange mécanique, car le plomb paraît manquer généralement dans les cuivres gris, et les variétés dont nous parlons sont accompagnées de galène et d'autres minerais plumbifères. Le minéral nommé *Bleifahlerz* par Hausmann, est regardé maintenant comme un mélange de cuivre gris et de bournonite. Selon Zincken, une variété de Moschel-Landsberg contiendrait aussi du mercure, à l'état de mélange ; et d'après Vauquelin, une autre venant de Guadalcanal en Espagne, renfermerait du platine en quantité notable.

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : b^1.

— sur les angles : a^1, a^2, $a^{2/3}$; $(b^1b^{1/2}b^{1/3})$.

Les formes simples, et les principales combinaisons, observées dans la nature, donnent les variétés suivantes :

1. Tétraédrite en *Tétraèdre* simple; c'est l'ancienne forme primitive de Haüy, admise aussi par Lévy et Dufrénoy. Son signe cristallographique est, relativement au cube, $^1/_2(a^1)$. Cette variété est l'une des plus communes : elle se rencontre en cristaux simples, ou groupés par entrecroisement, comme on le voit fig. 17, pl. 12, d'un gris de fer assez brillant, dans les mines de Kapnik, en Transylvanie, avec des cristaux de blende brune, de pyrite jaune et de quarz hyalin prismé. a^1 sur $a^1 = 70°32'$.

2. Tétraédrite en *Tétraèdre pyramidé* (variété dodécaèdre, de Haüy). C'est le trapézoèdre a^2, réduit à douze faces par une hémiédrie polaire : son signe est donc $^1/_2(a^2)$. Elle ressemble à un tétraèdre, sur les faces duquel on aurait élevé des pyramides droites triangulaires, très-surbaissées. Se trouve dans la mine de Cook's Kitchen, au Cornouailles. Cette variété est représentée dans son développement complet fig. 30, pl. 5. La figure 29 la représente à l'état incomplet, ou de combinaison avec le tétraèdre : Haüy donnait à la variété provenant de cette combinaison binaire, le nom d'*encadrée*. A Kapnik, en Transylvanie; à Clausthal, dans le Harz.— a^2 sur $a^2 = 109°28'$, et $146°27'$; a^1 sur $a^2 = 160°32'$.

3. Tétraédrite *octaèdre*; a^1. Combinaison des deux tétraèdres, direct et inverse, qui, par suite de l'inégal développement de leurs faces, ressemblent à un tétraèdre régulier, légèrement épointé (variété *épointée*, Haüy).

4. Tétraédrite *cubo-tétraèdre* p, $^1/_2(a^1)$.— C'est la première variété, émarginée ou tronquée sur toutes ses arêtes. — p sur $a^1 = 125°16'$.

5. Tétraédrite, en tétraèdre *triépointé*. Combinaison du tétraèdre $^1/_2(a^1)$, soit avec les faces du dodécaèdre trapézoïdal $^1/_2(a^{2/3})$, comme le montre la figure 195, pl. 27, soit avec les faces du tétratrièdre $^1/_2(a^2)$, inverse de celui de la variété 2. La figure 35, pl. 5, représente cette dernière combinaison, que Haüy a dé-

crite sous le nom de *mixte*. — $a^{2/3}$ sur $a^{2/3} = 162°40'$, et 82°10'; a^1 sur $a^{2/3} = 144°44'$; a^1 sur $a^2 = 160°32'$.

6. Tétraédrite *triforme* (fig. 196, pl. 27), $p\ b^1\ {}^1/_2(a^1)$. C'est la combinaison du tétraèdre $^1/_2(a^1)$ avec le dodécaèdre rhomboïdal b^1, et le cube p. Elle ne diffère de la variété nommée par Haüy *équivalente*, que par la suppression de quatre petites facettes, qui donneraient le tétraèdre inverse du premier. La figure 196 représente cette variété triforme, telle qu'on la voit dans les cuivres gris communs ou antimonifères, c'est-à-dire avec la forme du tétraèdre comme forme dominante; la figure 197 la représente, au contraire, comme on la voit dans les tennantites ou cuivres gris arsénifères, avec le dodécaèdre pour forme dominante. — p sur $a^1 = 125°\ 16'$; p sur $b^1 = 135°$; a^1 sur $b^1 = 144°\ 44'$.

7. Tétraédrite *apophane* (Haüy). b^1, $^1/_2(a^1)$, $^1/_2(a^2)$. — Combinaison ternaire, qui n'est que la variété *encadrée*, augmentée à chaque sommet de trois facettes faisant partie du rhombododécaèdre. Les lois de modifications se déterminent aisément d'après la seule condition que ces facettes soient des rhombes, et les facettes a^2 des rectangles, ce qui est sensible à la seule inspection des cristaux. — b^1 sur $a^2 = 150°$; a^1 sur $a^2 = 160°\ 32'$.

8. Une autre combinaison ternaire, ayant pour signe b^1, $^1/_2(a^{2/3})$, $^1/_2(a^2)$, est représentée fig. 199, pl. 27; les facettes $a^{2/3}$ se montrent dans cette variété comme les troncatures des arêtes des pyramides du tétratrièdre $^1/_2(a^2)$. — Inclinaison de a^2 sur $a^{2/3} = 150°$.

9. On observe encore des cristaux de forme plus compliquée, des combinaisons quaternaires et même quinaires, dans lesquelles se rencontrent les faces du tétra-hexaèdre $^1/_2(b^1\ b^{1/2}\ b^{1/3})$, avec celles du dodécaèdre b^1 et du tétraèdre pyramidé $^1/_2(a^2)$, les premières formant les troncatures des bords compris entre le dodécaèdre et le tétraèdre pyramidé. — A Ilanz, sur les bords du Rhin; à Moschellandsberg, dans la Bavière rhénane.

Formes indéterminables.

Les cuivres gris sont presque toujours cristallisés, comme toutes les substances qui font partie de la formation des filons concrétionnés : il en résulte qu'après les variétés de formes régulières, il ne reste plus qu'à signaler celles qui sont *amorphes* ou massives, à cassure le plus généralement compacte et quelquefois finement grenue.

d'après les remarques que nous avons faites en commen-
la description de ce minérai, il y a lieu de distinguer dans
upe, qui résulte du mélange intime de plusieurs espèces
rphes, un certain nombre de variétés principales, qui tien-
t lieu pour nous de ces espèces que nous ne pourrions sé-
rigoureusement, mais que nous révèlent les analyses,
irées par la théorie de l'isomorphisme.

VARIÉTÉS PRINCIPALES,

Relatives à la composition élémentaire et à la couleur.

le rapport de la composition, les cuivres gris se divisent
rd en cuivres gris *antimonifères*, et en cuivres gris *arséni-*
s, selon que le sesquisulfure d'antimoine, ou le sesquisulfure
nic, entre dans leur constitution, seul, à l'exclusion de
re, ou du moins en quantité prédominante. Dans le premier
ils se rapprochent du type chimique $(\dot{C}u + \dot{r})^4 \overset{'''}{S}b$; dans
le second, au contraire, du type $(\dot{C}u + \dot{r})^4 \overset{'''}{A}s$.

A. *Les Antimonifères.*

1. Le cuivre gris *antimonifère,* de couleur sombre (Kupfer-
erz ; Antimonfahlerz ; dunkles Fahlerz), sans argent, du
en quantité notable ; donnant peu ou point de vapeurs
nicales, et couvrant le charbon d'oxyde blanc antimonique.
Un fragment soumis à la flamme du chalumeau répand des
urs épaisses et se fond en un globule gris, ordinairement
tique. C'est la variété la plus commune : elle existe au
en Saxe, en Hongrie, en France, en Algérie, etc.

2. Le cuivre gris *argentifère* (Silberfahlerz), contenant une
proportion notable d'argent, en remplacement d'une quantité
de cuivre équivalente. Cette variété reçoit souvent des mineurs
le nom d'*argent gris*, parce qu'elle a, à leurs yeux, plus de va-
comme minerai d'argent que comme minerai de cuivre.
minéralogistes allemands en distinguent plusieurs sous-va-
, sous les noms suivants :

1° Le Schwarzgiltigerz (ou plus simplement le Schwarzerz),
noir de fer. A Zilla, près Clausthal et Meiseberg, près Harz-
de ; à Saint-Wenzel, près de Wolfach, dans la Forêt-Noire ;
tz, en Tyrol ; à Kapnik en Transylvanie.

2° Le Graugiltigerz, d'un gris d'acier. A Kremnitz en Hongrie ; à Gersdorf en Saxe.

3° Le Weissgiltigerz, des mines de Habacht, de Himmelfürst, etc., près de Freiberg. On a donné ce nom de Weissgiltigerz à deux minerais différents par leur nature, comme par leur teinte plus ou moins foncée. Celui de couleur plus claire (le *lichtes* Weissgiltigerz) de la mine Hoffnung-Gottes, qu'on ne connaît point à l'état cristallisé, s'éloigne trop par sa composition des cuivres gris, pour qu'on puisse l'y rapporter ; il ne contient presque pas de cuivre, mais beaucoup de plomb, et se rapproche plus de la bournonite que du cuivre gris. (Voir Bournonite argentifère.)

3. Le cuivre gris *hydrargyrifère* (Quecksilber-Fahlerz; Spaniolite), contenant une proportion de mercure, qui peut s'élever de 1 à 16 pour cent. Ce minerai, chauffé dans le tube ouvert, donne des petites gouttelettes de mercure. A Schwatz, en Tyrol; à Poratsch, en Hongrie ; à Moschellandsberg, et en Toscane.

Sous le nom de Bleifahlerz (cuivre gris plumbifère), Werner et Hausmann avaient rapporté aux cuivres gris un minerai couleur gris de plomb, contenant du plomb en quantité considérable (34 %), et en outre du cuivre et du fer, et qu'on trouve à Andreasberg au Harz, avec la galène et le cuivre pyriteux. Il est difficile d'admettre aujourd'hui cette détermination, parce qu'il semble bien prouvé que le plomb est étranger à la constitution des cuivres gris. Aussi Hausmann reconnaît-il aujourd'hui que ce minerai n'est probablement qu'un mélange accidentel du cuivre gris avec la galène ou la bournonite. Il en est sans doute de même du cuivre gris platinifère, de Guadalcanal en Espagne : on peut le considérer comme un cuivre gris, dans lequel sont interposés mécaniquement des grains de platine métallique.

B. *Les Arsénifères* (*ou les Tennantites*).

1. Le cuivre gris *arsénifère*, de couleur claire (Kupferfahlerz, en partie ; Arsenik-Fahlerz ; lichtes Fahlerz), donnant abondamment des vapeurs arsénicales, mais peu ou point de vapeurs antimoniales. Il est commun dans les mines de Freiberg, nommées Jungen hohen Birke, Jonas, Kröner, etc.

2. Le cuivre gris *zincifère* (Zinkfahlerz ; Kupferblende) ; d'un gris de plomb ou d'acier, avec une poussière de couleur rouge ;

de la mine du prophète Jonas à Freiberg. Cette variété peut contenir jusqu'à 10 pour cent de zinc.

3. La *tennantite* (de Phillips). Cuivre gris arsénifère, du Cornouailles; d'un gris de plomb noirâtre, passant au noir de fer, avec une poussière d'un gris rougeâtre foncé. Densité = 4, 4. Ses formes et ses combinaisons sont semblables à celles du cuivre gris antimonifère; mais les clivages sont parallèles aux faces du rhombododécaèdre; et cette forme se montre quelquefois dominante, bien que le type tétraédrique s'observe aussi parmi ses cristaux. Au chalumeau, elle brûle avec une flamme bleue, en répandant une odeur d'arsenic, et fond en une scorie magnétique. On l'a trouvée d'abord dans les mines de cuivre du Cornouailles, près de Redruth et de Saint-Day, notamment dans celles de Trévisane, de Cook's Kitchen, de Dolcoath, de Tincroft, de Huel-Unity, etc. On l'a retrouvée depuis à Skutterud et à Modum en Norwège; en Toscane, et dans les Mouzaïas, en Algérie.

4. La *Binnite* (de Damour et Descloizeaux; Dufrénoysite de S. de Waltershausen et de Heusser) (1). Sorte de cuivre gris arsénifère ou de tennantite, qu'on trouve dans la vallée de Binnen, en Valais, en petits cristaux généralement de la grosseur d'un pois, à faces très-brillantes, d'un noir de fer, avec une poussière rougeâtre. Ils sont fréquemment associés à la Dufrénoysite de Damour, qui est une combinaison particulière de sesquisulfure d'arsenic et de sulfure de plomb, qu'on n'a encore trouvée que dans ce gisement, et accompagnés en outre de réalgar, de pyrite et de blende. Ces cristaux appartiennent au système cubique; ce sont des cubes, passant ordinairement au trapezoèdre ordinaire a^2, et quelquefois modifiés par les faces du trapezoèdre a^6; les faces du cube prennent souvent un développement assez considérable, et les cristaux s'allongent dans le sens d'un des axes à symétrie quaternaire, ce qui leur donne l'apparence de prismes quadratiques; la forme du trapézoèdre ordinaire et celle du rhombododécaèdre se montrent dominantes dans quelques

(1) Nous admettons ici la nomenclature proposée et suivie en France par MM. Damour, Descloizeaux et Dufrénoy, pour désigner les deux minéraux très-différents qu'on trouve dans la vallée de Binnen, et dont l'un est cubique, et l'autre rhombique. Nous conserverons à celui-ci le nom de Dufrénoysite; mais nous devons avertir que les minéralogistes Allemands ont fait aux deux minéraux dont il s'agit, l'application des mêmes noms en sens inverse, ce qui peut donner lieu à une confusion que nous sommes le premier à regretter.

cristaux; on n'a point encore signalé dans ce minéral les formes propres au système tétraédrique. Sa densité est de 4,47.

D'après les essais d'analyse faits par le docteur Wiser, et par M. Uhrlaub, la binnite est composée de cuivre, d'argent, de fer, d'arsenic et de soufre, et se rapproche de la tennantite; mais, à en juger par une de ces analyses, qu'on peut regarder comme douteuses, elle en diffèrerait par une plus grande teneur en arsenic. Une autre analyse plus récente, que l'on doit à M. Stockar-Escher, de Zurich (1), a donné 47 pour cent de cuivre et d'argent, 19 d'arsenic, et 32 de soufre, proportions qui s'accordent avec celles des tennantites du Cornouailles.

Gisements et usages. — Les cuivres gris se présentent quelquefois en lits, et souvent en filons, dans les terrains schisteux et les plus anciens terrains sédimentaires; ils accompagnent souvent le cuivre pyriteux, et alors on les exploite ensemble; mais les premiers constituent aussi des gîtes indépendants, surtout dans les terrains micacés ou talqueux. Indépendamment de la chalkopyrite, le cuivre gris a encore pour associés les sulfures de plomb, de zinc et d'argent. On en trouve dans presque toutes les contrées où abondent les filons métallifères : nous nous bornerons à citer ici les mines qui sont les plus connues pour l'exploitation de ce minerai. Ce sont, en Hongrie : celles de Herrengrund, Schemnitz et Kremnitz; et celles de Kapnik en Transylvanie; celles de Freiberg et de Gersdorf, en Saxe; celles d'Andreasberg, de Clausthal et de Zellerfeld, au Harz; de Saalfeld et de Camsdorf, en Thuringe; la mine Aurora, près de Dillenburg, dans le Nassau; de Siegen et de Müsen, en Westphalie; de Wolfach et de Wittichen, dans le duché de Bade.

En France, les mines de Baigorry, dans les Pyrénées; de la Gardette, et des Chalanches, dans le département de l'Isère; de Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges, et de Giromagny, dans le Haut-Rhin.

En Algérie, les filons cuprifères du col de Mouzaïa, sur la route de Blidah à Médéah : ces filons y forment des lignes d'affleurement, qui sont saillantes comme des murailles; ils sont formés de fer spathique et de cuivre gris antimonifère, contenant une faible proportion d'argent (cinq dix-millièmes au plus). On y rencontre aussi la tennantite ou cuivre gris arsénifère.

(1) *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen*, pour 1856 et 1857; par Kenngott; page 175. Leipsick, 1859.

En Angleterre, les mines du Cornouailles et du Devonshire. — En Suède, celles de Garpenberg et de Persbo. — Au Mexique, les mines de Durango, et de Guanaxuato. — Au Pérou, celle de Chivato ; au Chili, celle d'Altar, etc.

Le cuivre gris acquiert une importance toute particulière, quand il renferme de l'argent, et nous avons vu qu'il pouvait en contenir jusqu'à 10 et même 15 pour cent ; mais sauf ce cas, où les mineurs le considèrent plutôt comme minerai d'argent que comme minerai de cuivre, il n'est plus, au point de vue industriel, qu'une sorte de cuivre pyriteux impur, qui demande à être traité comme le cuivre pyriteux proprement dit, et concurremment avec ce dernier minerai. Le traitement de ces minerais sulfurés est long et complexe, et c'est la cause du haut prix que conserve ce métal dans le commerce. Le soufre ayant une grande affinité pour le cuivre, ce n'est qu'avec beaucoup de peine qu'on parvient à le chasser entièrement. Le traitement consiste dans une succession de grillages et de fontes avec du charbon et des matières siliceuses. Il se forme des *mattes* cuivreuses, qui contiennent tout le cuivre mis en liberté, avec les sulfures non encore décomposés, et le fer se sépare, en s'unissant à la silice et passant dans les scories. On répète ces grillages et ces fontes jusqu'à cinq et six fois ; après quoi on obtient un *cuivre noir*, c'est-à-dire impur (car il est encore mêlé d'un peu de fer et de soufre) ; on affine ce cuivre noir, en le tenant fondu sous le vent d'un soufflet, et on le fait passer à l'état de *cuivre rosette*. Il faut encore une dernière opération pour le transformer en cuivre rouge et malléable, c'est-à-dire en cuivre marchand.

6e Espèce. Steinmannite.

Zippe a décrit sous ce nom un minéral d'un gris de plomb, cristallisé en octaèdres et en cubo-octaèdres, avec des clivages cubiques, et qu'on trouve avec la galène dans les filons de Pzibram en Bohême. Sur le charbon, ce minéral répand des vapeurs sulfureuses et antimoniales, et finit par se réduire en un globule de plomb légèrement argentifère. On ne possède point encore d'analyse exacte de cette substance ; mais Zippe a conclu de ses essais, qu'elle doit contenir une assez forte proportion d'antimoine, et il la regarde comme une combinaison particulière de sulfure de plomb et de sulfure d'antimoine, dans des

proportions encore indéterminées ($\overset{I}{Pb}$, $\overset{III}{Sb}$). Mais Kenngott et d'autres minéralogistes ne veulent voir dans ce minéral qu'une variété de galène, mêlée de sulfure d'antimoine, et par conséquent la font rentrer dans cette dernière espèce, sous le nom de *Galène antimonifère*. Sa densité est inférieure à celle de la galène pure : elle est de 6,8.

Bechi a analysé et décrit sous le nom de *Jargionite*, un autre minerai octaédrique et antimonifère, qui provient d'Argentiera, dans le Val-di-Castello, en Toscane : ce minerai, dont la densité est de 6,9, paraît identique avec la Steinmannite.

IIIe Tribu. Rhombiques.

7e Espèce. Énargite (Breithaupt).

M. Breithaupt a décrit sous le nom d'*Enargite*, un nouveau minéral d'un noir de fer, avec éclat métallique, cristallisé en prismes orthorhombiques, et qu'on trouve en assez grande quantité avec la tennantite, le cuivre pyriteux et la pyrite ordinaire, dans un filon de San-Francisco, à Morococha, dans les Cordillères du Pérou. Par sa composition élémentaire et par son aspect extérieur, il se rapproche de la tennantite, mais il s'en distingue par sa forme cristalline et par ses clivages.

La forme de ses cristaux est celle d'un prisme droit rhombique de 97°53' (selon les mesures de Dauber), avec les troncatures g^1 et h^1 sur les arêtes longitudinales, et terminé tantôt par la base horizontale p, et tantôt par un dôme parallèle à la petite diagonale. Il y a parallèlement aux pans du prisme rhombique, des clivages extrêmement sensibles, et c'est à ce caractère, qui frappe l'œil tout d'abord, que fait allusion le nom d'Enargite, donné par Breithaupt à ce minéral. Il est cassant, facile à pulvériser, et sa poussière est noire. Sa dureté $=3$, sa densité $=4$.

D'après une analyse de Plattner, il contiendrait 1 atome d'arsenic, 8 atomes de soufre, et 6 de cuivre ; ou bien, serait formé, en poids, de 19,10 d'arsenic, 32,6 de soufre, et 48,3 de cuivre, composition très-rapprochée de celle de la tennantite, et que Plattner croit pouvoir traduire par la formule suivante, qui nous paraît fort douteuse, $(\text{Cu S})^3 As^2 S^5$. Ce chimiste admet l'existence du sulfide $As^2 S^5$, qui jusqu'à présent serait particulier à ce minéral, et tout au plus au Xanthocone dont nous parlerons bien-

tôt et où le même savant pense l'avoir retrouvé. Outre le cuivre, le minéral dont il s'agit en ce moment contient encore un peu de fer, de zinc et d'argent. Chauffé dans le tube fermé, il dégage d'abord du soufre, et ensuite du sulfure d'arsenic. Sur le charbon il fond en un globule qui donne au borax les couleurs caractéristiques du cuivre.

8e ESPÈCE. BOURNONITE.

Syn. : *Endellione*, De Bournon ; *Antimoine sulfuré plumbo-cuprifère*, Haüy ; *Bournonite*, Thomson et Jameson ; *Spiessglanzbleierz*, *Schwarzspiessglaserz*, *Bleifahlerz*, des minéralogistes Allemands.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $(2\,\overset{\prime}{Pb} + \overset{\prime}{\not{C}u})^3\,\overset{\prime\prime\prime}{\not{S}b}$; ou, en poids : soufre 19,46 ; antimoine 26,01 ; plomb 41,77 ; cuivre 12,76.

Forme cristalline : Prisme rectangle droit (fig. 31, pl. 20), dans lequel les deux côtés *b* et *c* de la base sont à la hauteur *g* :: 1 : 0,94 : 0,44. L'octaèdre inscrit a^1, dont les axes sont égaux aux arêtes du prisme, et que Mohs a considéré comme la forme fondamentale, a pour valeurs d'angles : 136°7' ; 66°13' ; 133°3'.

Caractères distinctifs.

GÉOMÉTRIQUES. — Forme primitive et dominante : le prisme rectangle droit *pmt* (fig. 31). Les facettes secondaires se montrent généralement subordonnées aux faces primitives, et les cristaux prennent souvent l'apparence de tables rectangulaires, modifiées diversement sur leurs arêtes et sur leurs angles. Clivages imparfaits parallèlement aux faces *p*, *m*, *t* : le clivage parallèle à *t* est le plus sensible. Cassure inégale, ou conchoïde.

PHYSIQUES. — Densité = 5,8. — Dureté = 2,5. — Fragile. Aspect : opaque avec éclat métallique ; couleur d'un gris d'acier, tirant sur le gris de plomb, et quelquefois sur le noir de fer ; n'éprouvant pas de changement, quand on la pulvérise.

CHIMIQUES. — Fusible au chalumeau sur le charbon, en donnant d'abord des vapeurs blanches d'antimoine, puis un dépôt d'oxyde jaune de plomb, et finalement un bouton de cuivre, surtout si l'on ajoute de la soude. Soluble dans l'acide azotique chauffé, en donnant un précipité immédiat ; la solution dépose

du plomb métallique sur une lame de zinc, et devient bleue par une addition de l'ammoniaque.

Analyses de la Bournonite :

	De Clausthal, au Harz, par Klaproth.	De Nanalo, en Cornouailles, par le même.
Antimoine	19,75	28,50
Plomb	42,50	39,00
Cuivre	11,75	13,50
Fer	5,00	1,00
Soufre	18,00	16,00
	96,00	98,00

	D'Endellione, par Hatchett.	D'Endellione, par Smithson.
Antimoine	24,23	25,00
Plomb	42,62	41,66
Cuivre	12,80	13,33
Fer	1,20	» »
Soufre	17,00	20,00
	97,85	99,99

	De Neudorf, par Meisner.	De Neudorf, par H. Rose.
Antimoine	20,77	26,28
Plomb	37,59	40,84
Cuivre	18,40	12,65
Fer	1,38	» »
Soufre	19,86	20,31
	98,00	100,08

	D'Alais, par Dufrénoy.	De Mexico, par le même.
Antimoine	29,4	28,3
Plomb	38,9	40,2
Cuivre	12,3	13,3
Soufre	19,4	17,8
	100,00	99,6

Il résulte du calcul de ces analyses, que les nombres d'atome

de soufre, d'antimoine, de plomb et de cuivre, sont entre eux comme les nombres 3 : 1 : 1 : 1, d'où se tire la formule que nous avons donnée plus haut, et par laquelle on peut représenter la composition atomique de la substance.

VARIÉTÉS CRISTALLINES.

Modifications sur les arêtes : $g^{1/2}$, g^1, g^2, $b^{1/2}$, b^1, $c^{1/2}$.

— sur les angles : a^1; $a^{1/2}$.

1. Bournonite *émarginée*. *pmt* g^1 $b^{1/2}$, fig. 32, pl. 20. Table rectangulaire dont toutes les arêtes sont tronquées. g^1 sur *m* = 136°50'; g^1 sur g^1 (au-dessus de *m*) = 93°40'; $b^{1/2}$ sur $b^{1/2}$ (au-dessus de *m*) = 87°8'; $c^{1/2}$ sur $c^{1/2}$ = 96°31'; $b^{1/2}$ sur *m* = 133°34'; $c^{1/2}$ sur *t* = 138°15'. — Cristaux de Braunsdorf, en Saxe, et de Kapnick, en Transylvanie.

2. La même, dans laquelle les faces $b^{1/2}$ sont doublées ou remplacées par les faces b^1, lesquelles forment un prisme horizontal de 129°9'.

3. Bournonite *épointée*. En cristaux tabulaires, semblables à la forme primitive, ou à l'une des formes précédentes, et dans lesquelles les angles solides du prisme rectangulaire sont tronqués, soit par les faces a^1, soit par les faces $a^{1/2}$. Nous avons donné ci-dessus les valeurs des angles dièdres de l'octaèdre provenant de la modification a^1; la loi $a^{1/2}$ donne naissance pareillement à un octaèdre rhomboïdal, dont les angles ont pour mesures : 114°14'; 115°2'; et 109°16. — Du Cornouailles. — De Neudorf, dans le Harz.

4. Aux variétés précédentes s'ajoutent encore quelquefois les faces verticales $g^{1/2}$, g^2, qui donnent lieu à deux prismes rhomboïdaux, pour lesquels on a : $g^{1/2}$ sur $g^{1/2}$ = 129°45', et g^2 sur g^2 = 54°48'. — De Huel Boys, paroisse d'Endellion, et de Redruth, en Cornouailles.

Souvent les variétés tabulaires se groupent deux à deux, avec pénétration et croisement; le plan de jonction est parallèle à une face g^1, et l'axe de révolution perpendiculaire à cette même face. Les axes des deux individus se croisent l'un l'autre sous les angles de 93°40', et de 86°20'. Le groupement peut se répéter un grand nombre de fois, les plans de jonction restant parallèles à eux-mêmes : ce qui produit, particulièrement sur les faces a^1 et g^1, des stries dont l'examen sert à faire reconnaître la véritable position des éléments du groupe.

La bournonite se rencontre aussi sous la forme de grains ou de petits cristaux irréguliers, disséminés, et à l'état amorphe ou compacte. Elle est sujette à une altération superficielle, qui couvre ses cristaux de stibiconise ou ocre d'antimoine et de cuivre carbonaté vert.

Gisements et usages. — Cette substance est une matière de filons, qui se trouve particulièrement dans les gîtes de plomb et de cuivre des terrains de schiste et de gransvacke, avec la galène, la stibine, la blende, la chalkopyrite, la panabase, etc. Elle y est accompagnée de quarz, de calcaire, de sidérose, de barytine, etc. Les principales localités où on l'observe sont: dans le Cornouailles, Nanslo, et la mine d'Huel-Boys, près de Redruth, paroisse d'Endellione ; dans le Harz, Clausthal et Andreasberg ; Meiseberg et Pfaffenberg, près de Neudorf ; Wolfsberg, etc.; en Saxe, Bräunsdorf et Gross-Voigtsberg ; en Transylvanie, Kapnik et Offenbanya ; en Hongrie, Neusohl ; Brozzo, en Piémont ; Servoz, en Savoie ; en France, Alais, département du Gard, et Barbecot, en Auvergne. Enfin, on l'a trouvée au Pérou, et à Guanaxuato au Mexique, où elle est associée au cuivre gris, au cuivre sulfuré, à la malachite et au calcaire spathique.

Dans quelques localités, la bournonite est employée, conjointement avec d'autres minerais qui forment la partie principale du gîte métallifère, pour l'extraction du plomb et du cuivre.

APPENDICE.

Le minerai d'argent, appelé *Weissgültigerz* clair, que l'on a rangé tantôt avec les galènes argentifères, tantôt avec les fahlerz ou tétraédrites, ne serait, suivant M. Fournet, qu'une bournonite, dans laquelle le sulfure de cuivre serait remplacé par son isomorphe, le sulfure d'argent. Celui qu'on trouve à Himmelsfürst, près de Freiberg, analysé par Klaproth, a donné le résultat suivant :

Antimoine	7,88
Soufre	12,25
Plomb	48,06
Argent	20,40
Fer	2,25
Alumine	7,00
Silice	0,25

La bournonite est souvent mêlée intimement avec d'autres sulfures, et ce que Hausmann a appelé *Bleifahlerz*, ou fahlerz plumbifère du Harz, n'est très-vraisemblablement qu'un pareil mélange. Une variété d'Andreasberg, analysée par Klaproth, a donné les proportions suivantes :

Antimoine.	16,00
Soufre.	13,50
Plomb.	34,50
Cuivre.	16,25
Fer.	13,75
Argent.	2,25
	96,25

9e Espèce. **Freieslébenite** (Haidinger).

Syn. : *Antimoine sulfuré plumbo-argentifère*, Haüy; *Argent sulfuré antimonifère* et *plumbifère*, Lévy et Dufrénoy; *Schilfglaserz*, Freiesleben et Hausmann.

Ce minéral a été décrit anciennement par Romé de l'Isle sous le nom de *mine d'antimoine grise tenant argent* (*Cristallographie*, tome III, p. 54), et comme venant de là mine de Himmelsfürst à Freiberg en Saxe ; il a été étudié ensuite par Freiesleben, Phillips, Hausmann, etc., et le premier de ces minéralogistes lui a donné le nom de *Schilfglaserz*, à cause de la forme de ses cristaux, qui sont cannelés ou striés longitudinalement, à la manière des roseaux.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $(\overset{I}{\mathrm{Pb}}, \overset{I}{\mathrm{Ag}})^3\, \overset{III}{\mathrm{Sb}}$. Semblable à celle de la bournonite, et n'en différant que par la substitution de l'argent au cuivre.

Forme fondamentale : Prisme droit rhombique de 99°48', dans lequel le rapport de l'un des côtés de la base à la hauteur est à peu près celui des nombres 3 et 1. Des clivages très-nets ont lieu parallèlement aux faces *m*, *m* de ce prisme. D'autres clivages non moins parfaits répondent aux pans d'un second prisme vertical h^3, dans lequel h^3 sur h^3 = 118°36'; et enfin, des traces de

clivage s'observent encore parallèlement aux faces d'un dôme horizontal e^1, dans lequel e^1 sur $e^1 = 130°18'$.

Nous admettons ici la détermination cristallographique de Phillips et de Hausmann, en même temps que la formule admise par G. Rose, qui n'est qu'une simplification de celle qui avait été proposée par Wöhler; d'après la formule chimique donnée ci-dessus, la Freieslébenite ne serait qu'une bournonite argentifère. Mais nous devons avertir que ces deux déterminations des caractères fondamentaux de l'espèce sont loin d'être adoptées par tous les minéralogistes, et que MM. Naumann et Dana maintiennent comme exacte la formule de Wöhler, quelque compliquée qu'elle nous paraisse, et rapportent avec M. Miller les formes du Schilfglaserz à un prisme klinorhombique de 119°12', dont la base est inclinée à l'axe de 87°46'.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les cristaux de Freieslébenite sont des prismes aplatis parallèlement à la face h^1, située en avant, et formés par les plans de la zône principale h^1, h^2, h^3, m; ils sont terminés par les faces d'une autre zône parallèle à la petite diagonale, et composée de plusieurs dômes ou prismes horizontaux, $e^1, e^{1/2}$, etc., placés sur les arêtes longitudinales aiguës du prisme fondamental m, m. Incidence de h^3 sur $h^3 = 118°36'$; de m sur $h^3 = 170°42'$; de e^1 sur $e^1 = 130°8'$. — Dans quelques cristaux, il existe une facette $a^{1/2}$, placée sur les angles obtus de la base. La plupart des cristaux sont profondément cannelés, parallèlement à l'axe vertical, qui est en même temps la direction suivant laquelle ils s'allongent le plus ordinairement.

Physiques. — Densité = 6,19....6,38. — Dureté = 2....2,5. Ce minéral est fragile; sa cassure est inégale ou légèrement conchoïde; il est opaque, d'un aspect métallique, et d'une couleur intermédiaire entre le gris d'acier et le gris de plomb noirâtre.

Chimiques. — Au chalumeau et sur le charbon, il forme autour de la matière d'essai une auréole composée d'oxyde blanc d'antimoine et d'oxyde jaune de plomb ; on obtient ensuite un globule d'argent, qui, traité avec le borax, produit quelquefois les réactions du cuivre. Une variété de Ratiborschitz en Bohême contient du bismuth, selon M. Zincken.

Analyse du Schilfglaserz, de la mine de Himmelsfürst, par Wöhler :

Argent.	22,93
Plomb.	30,27
Fer.	des traces.
Cuivre.	*id.*
Antimoine.	27,38
Soufre.	18,74

C'est cette composition que M. Wöhler a cru pouvoir représenter par la formule : $(\overset{\text{I}}{\text{Ag}}{}^{3}\,\overset{\text{III}}{\not{\text{S}}\text{b}} + 2\,\overset{\text{I}}{\text{Pb}}{}^{3}\,\overset{\text{III}}{\not{\text{S}}\text{b}}) + (\overset{\text{I}}{\text{Ag}}{}^{2}\,\overset{\text{III}}{\not{\text{S}}\text{b}} + \overset{\text{I}}{\text{Pb}}\,\overset{\text{III}}{\not{\text{S}}\text{b}})$.

La Freieslébenite ou Schilfglaserz est au nombre des minerais les plus rares que l'on connaisse. Elle a été trouvée dans la mine de Himmelsfürst, à Freiberg en Saxe, avec le fer spathique, l'argyrose, la galène et la blende, sur gangue quarzeuse, dans un filon traversant le gneiss.— On a rapporté à cette espèce de petits cristaux prismatiques et cannelés, qui viennent de Kapnik, en Transylvanie. On la cite encore à Ratiborschitz en Bohême, et à Hiendelencina en Espagne.

Remarque.— Les cristaux de la variété analysée par Wöhler, ont été étudiés par Hausmann, et décrits par lui comme des prismes droits de 91°, avec un autre prisme de 68°, placé sur les arêtes longitudinales aiguës du premier ; ce savant admet que ces cristaux s'accordent avec ceux que Phillips a mesurés, en ce que les angles des uns peuvent se ramener à ceux des autres. Mais, suivant G. Rose, cette réduction ne s'obtient qu'à l'aide de lois si compliquées, qu'il regarde comme peu vraisemblable la concordance des deux déterminations. Il croit donc qu'elles ne se rapportent pas à des cristaux de même espèce ; que le prisme de 91° de Hausmann appartient bien au Schilfglaserz de Freiesleben, avec la densité 6,19 ; mais que le prisme de 100°, de Phillips, avec plusieurs prismes horizontaux placés sur les arêtes aiguës du premier, et dont un est de 130°8', appartient à un autre minéral, qui serait selon lui le *lichtes Weissgiltigerz* de Werner, dont la densité est de 5,46, et qu'on trouve dans la mine Hoffnung Gottes, à Freiberg. La composition de ce dernier minerai peut être représentée, soit par la formule $\overset{\text{I}}{\text{R}}{}^{9}\,\overset{\text{III}}{\not{\text{S}}\text{b}}$ (auquel cas ce serait une polybasite avec une proportion double d'acide), soit par la formule plus simple $\overset{\text{I}}{\text{R}}{}^{6}\,\overset{\text{III}}{\not{\text{S}}\text{b}}$, et alors

il faudrait voir en lui un argent gris plumbifère, un Bleifahlerz, de même formule que les autres fahlerz, mais avec une forme cristalline différente.

10e Espèce. Nadelerz (Werner et Mohs).

Syn. : *Bismuth sulfuré plumbo-cuprifère*, Haüy et Beudant; *Patrinite*, Haidinger; *Aikinite*, Chapman et Dana; *Aciculite*, Nicol; *Bélonite*, Glocker.

Cette substance a été regardée d'abord comme un minerai de chrome, et placée par Werner dans son genre Chrome. Ce minéralogiste prenait l'enduit verdâtre dont elle est souvent recouverte, pour de l'oxyde chromique. Patrin l'a considérée le premier comme un sulfure de bismuth; John et Frick ont prouvé par leurs analyses que ses parties composantes sont : le soufre, le bismuth, le plomb et le cuivre. D'après ces analyses, le Nadelerz ne serait qu'une bournonite, dans laquelle l'antimoine aurait été remplacé totalement par un des métaux qui lui sont isomorphes, le bismuth. La cristallisation du Nadelerz, déterminée d'une manière encore incomplète, ne s'oppose pas à ce que l'on admette la réalité de cet isomorphisme, quoique ses habitudes de configuration soient très-éloignées de celles de la bournonite, puisqu'elle s'offre toujours en longues aiguilles prismatiques, généralement assez minces, et non sous la forme de tables rectangulaires, plus ou moins épaisses.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $(\overset{\text{I}}{\mathrm{Cu}} + 2\,\overset{\text{I}}{\mathrm{Pb}})^{3}.\,\overset{\text{III}}{\mathrm{Bi}}$; ou en poids : soufre 17,48; bismuth 33,66; plomb 37,44; et cuivre 11,44.

Forme cristalline : Prisme droit rhombique, de 110°, dont les dimensions linéaires sont encore inconnues. Les cristaux sont des aiguilles plus ou moins déliées, allongées, et souvent courbées ou contournées, brisées quelquefois, ou divisées par des fissures transversales; ces aiguilles se clivent dans une direction longitudinale. Leur aspect est le gris métallique de l'acier, souvent avec une teinte jaunâtre.

Ce minerai est cassant; sa dureté = 2,5; sa densité est de 6,75. Au chalumeau sur le charbon, il dégage du soufre et fond en couvrant le charbon d'un dépôt blanc et jaune, et donne avec la soude un globule de cuivre; il se dissout dans l'acide azotique, en abandonnant du soufre et du sulfate de plomb.

Analyse du nadelerz :

	Par John.	Par Frick.	Par Chapman.
Soufre. . . .	11,58	16,05	18,78
Bismuth.. . .	43,20	34,62	27,93
Plomb.. . . .	24,32	35,69	40,10
Cuivre.. . . .	12,10	11,79	12,53

Cette substance provient des mines de Pyschminsky, Preobraschensky et Klutschewsky, à Bérésof en Sibérie. Elle est engagée dans un quarz aurifère, et ordinairement recouverte en partie d'un enduit verdâtre, formé par du carbonate de cuivre et de l'oxyde de bismuth. Dans les fissures des aiguilles, on trouve souvent des traces d'azurite et de malachite, qui paraissent résulter de la décomposition du nadelerz.

11e Espèce. Wittichénite (Naumann).

Syn. : *Wittichite*, De Kobell; *Kupferwismuthglanz* et *Kupferwismutherz*, des minéralogistes Allemands; *Bismuth sulfuré cuprifère*, Beudant.

On trouve à Wittichen, dans la Forêt-Noire, un minéral en aiguilles prismatiques, d'un gris d'acier, passant au blanc d'étain, clivables longitudinalement, comme les aiguilles du nadelerz, et dont la composition ne paraît différer de celle de l'espèce précédente que parce que le plomb est entièrement remplacé par du cuivre. C'est du moins ce qui semble résulter des analyses de Schneider, qui conduisent à représenter cette composition par la formule $\overset{I}{Cu}{}^3\overset{III}{Bi}$. Les formes de ce minéral sont vraisemblablement orthorhombiques.

APPENDICE.

On trouve à Tannenbaum, près de Johanngeorgenstadt en Saxe, à Schwarzenberg et en divers points dans l'Erzgebirge, un autre double sulfure de bismuth et de cuivre, en longues aiguilles engagées dans du quarz, qui, selon Dauber, est aussi orthorhombique et cristallisé en prisme de 102° 42'; mais, à en juger par une analyse de Schneider, sa composition serait plus simple : elle pourrait être représentée par la formule $\overset{I}{Cu}\overset{III}{Bi}$. Ce minéral est composé, suivant ce chimiste, de soufre 19, bismuth 62, et cuivre 19. Quelques minéralogistes en font une espèce à part, qu'ils appellent tantôt *Tannénite* (Dana), tantôt *Emplecktite* (Kenngott), et qui vient se placer naturellement à côté de la

Wolfsbergite; si l'on adopte ce point de vue, ce sera une wolfsbergite bismuthifère.

12e Espèce. Wolchite (Haidinger).

Syn. : *Antimoine sulfuré plumbo-cuprifère*, De Carinthie; *Antimonkupferglanz*, Breithaupt et Hausmann.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{\prime}{\mathrm{C}}\mathrm{u}^2\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{As}}+\overset{\prime}{\mathrm{P}}\mathrm{b}^2\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}$? — en poids : soufre 27,03; antimoine 18,46; arsenic 10,76; plomb 29,63; cuivre 18,12.

Système cristallin : Le rhombique. — Forme fondamentale : prisme droit rhomboïdal, dont les dimensions sont encore indéterminées.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — La forme ordinaire des cristaux est celle de prismes rhombiques droits, très-courts, tronqués sur les arêtes verticales, et terminés par les faces des bases, et par deux facettes formant un dôme horizontal. Clivage assez net, parallèlement à la petite diagonale. — Cassure imparfaitement conchoïde; surface raboteuse.

Physiques. — Densité 5,78. — Dureté = 3. Fragile. Aspect: éclat métallique; couleur d'un gris de plomb tirant sur le noir de fer; ne changeant pas, quand on pulvérise la substance.

Chimiques. — Au chalumeau, elle fond en bouillonnant sur le charbon, en couvrant celui-ci d'abord d'un dépôt blanc d'oxyde antimonique, puis d'oxyde jaune de plomb, et en donnant un bouton métallique d'un gris de plomb, qui est réductible par la soude en cuivre métallique. Dans le petit matras, il fond en une scorie d'un brun-rougeâtre, en donnant lieu à un dégagement de soufre et de sulfure d'arsenic. Avec le borax, il donne une perle transparente, qui est verte au feu d'oxydation, et rouge au feu de réduction.

Analyse par Schrötter :

Antimoine.	16,647
Arsenic.	6,036
Soufre.	28,602
Plomb.	29,902
Cuivre.	17,352
Fer.	1,404

Ce minéral n'a encore été trouvé jusqu'à présent que dans les dépôts de fer carbonaté de Saint-Gertraud, dans le val Lavant, en Carinthie, où il accompagne la stibine, la galène et la pyrite.

13e Espèce. Wolfsbergite (Nicol).

Syn. : *Antimoine sulfuré cuprifère*, De Wolfsberg, au Harz; *Kupferantimonglanz*, Zincken, G. Rose et Mohs.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{\text{I}}{\mathrm{Cu}}\,\overset{\text{III}}{\mathrm{Sb}}$. — En poids : antimoine 50,26; cuivre 24,66; soufre 25,08.

Forme cristalline : Prisme rhombique droit de 135°12', dont les dimensions sont encore inconnues.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — La forme ordinaire des cristaux est celle d'un prisme droit de 135°12', tronqué très-profondément sur les arêtes latérales aiguës g, en sorte que ces troncatures latérales deviennent dominantes. Les cristaux prennent l'apparence des formes dites tabulaires. Les arêtes d'intersection de ces larges faces de troncature avec les faces m, m du prisme fondamental, sont remplacées par de petites facettes de la modification g^3, lesquelles donnent un second prisme de 101° et de 79°. On n'a point encore observé de faces terminales, ces prismes étant comme brisés vers les sommets; et par conséquent le système cristallin serait indéterminé, s'il n'existait point un clivage perpendiculaire à l'axe des prismes, et que M. G. Rose a considéré comme étant parallèle à leurs bases. Incidences de M sur g^3 = 162° 54'; de M sur g^1 = 112° 24'; de g^1 sur g^3 = 129° 30'.

Clivage très-net parallèlement aux faces g^1 qui remplacent les arêtes longitudinales aiguës. Un autre clivage beaucoup moins parfait s'observe dans la direction perpendiculaire à l'axe. Les faces g^1 sont fortement striées dans le sens vertical.

Cassure : inégale, imparfaitement conchoïde.

Physiques. — Densité : 4,748 (Zincken). — Dureté : 3,5.

Aspect : couleur d'un gris de plomb, tirant sur le noirâtre; quelquefois avec des teintes irisées superficielles.

Poussière : noire et mate.

CHIMIQUES. — Au chalumeau, elle décrépite, et fond avec facilité, en couvrant le charbon d'un dépôt blanc antimonial; puis elle donne un bouton métallique, qui est réductible par la soude en cuivre métallique.

Analyse par H. Rose :

Antimoine	46,81
Cuivre	24,48
Fer	1,39
Plomb	0,56
Soufre	26,34
	99,56

M. Henri Rose considère le fer comme étant uni avec une certaine quantité de cuivre et de soufre pour former de la chalkopyrite, et le plomb comme provenant d'un peu de federerz mélangé. Par suite de cette manière de voir, la composition atomique normale se réduit à 4 atomes de soufre, 2 d'antimoine et 2 de cuivre, et devient analogue à celles de la zinckénite et de la miargyrite.

Gisement. — On trouve ce minéral intimement mélangé avec du quarz, souvent recouvert de chalkopyrite, et associé au federerz, à la stibine et à la zinckénite, à Wolfsberg, dans le Harz.

14e ESPÈCE. ZINCKÉNITE (G. Rose).

Syn. : *Bleiantimonerz,* Werner; *Rhomboedrischer Dystomglanz,* Mohs.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{|||}{Sb}\overset{|}{Pb}$; ou en poids : antimoine 43,45; plomb 34,87; soufre 21,68.

Forme fondamentale : octaèdre droit rectangulaire, dont la base est située verticalement, ou, ce qui revient au même, prisme rhombique, dont les bases sont remplacées par un autre prisme horizontal, parallèle à la grande diagonale du premier. Les faces de celui-ci forment entre elles l'angle de 120° 39', tandis que le coin terminal est de 150° 36' (G. Rose). Hausmann indique comme forme primitive hypothétique, ou déduite par le calcul des données précédentes, un rhomboctaèdre de 163°32', 150°56', 33°36'.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — *Forme primitive* : Prisme rhombique de 120°39'; sans clivages sensibles, ayant les faces striées verticalement. Les cristaux que l'on observe le plus habituellement sont des groupes de trois cristaux, semblables à la forme fondamentale mentionnée ci-dessus, groupes qui rappellent ceux que l'on observe dans les cristaux d'arragonite et de céruse. Il en résulte que la cristallisation de la zinckénite offre l'apparence des formes propres aux systèmes hexagonaux; ce qui a fait croire d'abord que ces cristaux appartenaient au système rhomboédrique, comme le rappelle la dénomination donnée par Mohs à cette espèce. Mais une observation attentive lui ayant montré sur les pans de ces prétendus prismes hexaèdres, des angles rentrants, M. G. Rose a reconnu qu'ils provenaient du groupement régulier de plusieurs cristaux simples, dont il a déterminé la nature.

Cassure : inégale, passant à la conchoïde.

Physiques. — Dureté : 3,5; un peu fragile. — Densité : 5.31. G. Rose.

Aspect : opaque; éclat métallique; couleur d'un gris d'acier foncé tirant sur le gris de plomb; quelquefois avec une nuance bleuâtre, ou des teintes irisées.

Poussière : *idem*.

Chimiques. — Au chalumeau, sur le charbon, elle décrépite fortement, fond avec facilité, et en répandant des vapeurs blanches d'antimoine, forme un dépôt jaune d'oxyde de plomb. Elle donne avec la soude un globule de plomb.

Elle est attaquée par l'acide azotique, en formant immédiatement un précipité blanc antimonifère. La solution donne des lamelles de plomb sur une lame de zinc qu'on y plonge.

Analyse de la zinckénite de Wolfsberg, par H. Rose :

Soufre	22,58
Antimoine	44,39
Plomb	31,84
Cuivre	0,42

VARIÉTÉS.

Zinckénite *cristallisée*. En groupes prismatiques, simulant des prismes hexagonaux, et formés de prismes rhombiques de 120°39',

à sommets dièdres de 150°36′. Trois de ces prismes se réunissent circulairement autour d'un axe commun, en se croisant et en se disposant entre eux de manière que le premier et le second ont un pan dirigé dans le même sens, et que le premier et le troisième sont à l'égard l'un de l'autre dans une semblable relation. Les trois individus prennent en largeur un développement tel que les angles rentrants s'effacent presque entièrement; le groupe s'offre alors sous l'aspect d'un prisme à six pans terminé par un sommet pyramidal, à six faces très-surbaissées et tournées vers les arêtes longitudinales du prisme. L'inclinaison des faces de la pyramide, à l'endroit des arêtes culminantes, est de 165°26'; celle des mêmes faces sur les pans adjacents est de 102°42'. Ces groupes prismatiques sont souvent réunis en druses, ou forment des masses à structure bacillaire, dont les pièces composantes sont difficiles à séparer. D'autres masses sont composées de cristaux fibreux ou capillaires, entrelacés et comme feutrés.

Gisement. — La Zinckénite a été découverte par M. Zincken dans un filon à Wolfsberg au Harz, avec quarz hyalin, stibine et plumosite (Federerz). Selon M. Walchner, elle se trouve aussi dans la mine Munstergrund près de Saint-Trudpert, dans la Forêt-Noire.

15e Espèce. JAMESONITE (Haidinger).

Syn. : *Querantimonerz*, Werner ; *Axotomer antimonglanz*, Mohs ; *Antimoine sulfuré plumbifère ; Plomb sulfuré antimonifère*, Haüy.

Caractères essentiels.

Composition atomique : $\overset{III}{\text{Sb}}\ \overset{I}{\text{Pb}}{}^{3/2}$, ou en poids : antimoine 36,19; plomb 43,53; soufre 20,28.

Forme fondamentale : Prisme droit à base rhombe, de 101°20' (à peu près), et dont les dimensions sont encore inconnues.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme dominante des cristaux : le prisme rhombique, de 101°20', et 78°40'.

Clivage : très-net parallèlement à la base ; moins parfait, et cependant encore sensible, parallèlement aux pans et à la petite diagonale.

Cassure : les fibres sont presque toujours trop déliées, pour que la cassure soit bien distincte.

Physiques. — Dureté = 2,5. — Densité = 5,56...5,62.

Aspect : éclat métallique ; couleur d'un gris d'acier, tirant sur le gris de plomb foncé.

Chimiques. — Au chalumeau, sur le charbon, elle décrépite, fond aisément, et se comporte en tous points comme la Zinckénite.

Analyses :

	De la Jamesonite du Cornouailles, par H. Rose.		De celle de l'Estramadure, par le Cte Schaffgotsch.
Soufre	22,15	22,53	21,785
Antimoine	34,40	34,90	32,616
Plomb	40,75	38,71	39,971
Fer	2,30	2,65	3,627
Cuivre	0,13	0,19	Bismuth. 1,055
Zinc	0,00	0,74	0,421
	99,73	99,72	99,475

La Jamesonite se trouve en masses cristallines, bacillaires ou fibreuses, à fibres droites ou divergentes, dans les mines du Cornouailles, où elle accompagne la Bournonite. On la trouve aussi en Espagne, à Valentia d'Alcantara, en Estramadure ; en Toscane, à Bottino ; à Arany-Idka, en Hongrie, où elle est disséminée dans un calcaire spathique ; et à Catta-Franca au Brésil.

APPENDICE.

Bleischimmer, de Pfaff. Substance opaque, métalloïde ; d'un gris de plomb passant au gris noirâtre ; en masses à structure grenue ; très-tendre, et fragile ; pesanteur spécifique 5,95. Donnant au chalumeau une odeur de soufre et d'arsenic ; fondant sur le charbon, avec dépôt antimonifère, et se réduisant en globule métallique.

Composition, d'après Pfaff :

Antimoine	35,47
Arsenic	3,56
Plomb	43,44
Fer	0,16
Cuivre	0,18
Soufre	17,20
	100,01

Cette substance se rapproche beaucoup de la Jamesonite, dont elle n'est peut-être qu'une variété mêlée d'un peu d'arséniure. Berzélius cependant n'y voit qu'un mélange de sulfure d'antimoine et de galène ou sulfure de plomb. Beudant pense qu'on pourrait la considérer comme un mélange de sulfure de plomb, et d'un nouveau sulfure d'antimoine de la formule $\overset{|}{Sb}$, auquel cas sa composition atomique serait représentée par $\overset{|}{Sb}^5\ \overset{|}{Pb}^4$. On la trouve à Nertschinsk, en Sibérie, mêlée à la chalkopyrite. Elle est quelquefois altérée, et transformée en une masse terreuse, d'un jaune paille, qui enveloppe des grains du minerai, non décomposés, et de forme sphéroïdale. M. Pfaff, qui a fait l'analyse de cette masse, l'a trouvée composée de la manière suivante : oxyde de plomb, 33,10 ; oxyde d'antimoine, 43,96 ; acide arsénique, 16,42 ; oxyde de cuivre, 3,24 ; oxyde de fer, 0,24 ; silice, 2,34 ; acide sulfurique, 0,62 ; manganèse, fer, etc., 3,32.

16e Espèce. Plumosite (Haidinger).

Syn. : *Antimoine sulfuré capillaire*, Haüy ; *Federerz* (De Wolfsberg), Werner ; *Hétéromorphite*, Rammelsberg.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{|||}{Sb}\ \overset{|}{Pb}^2$. En poids : antimoine 30,97 ; plomb 49,71 ; soufre 19,32.

Système cristallin : Orthorhombique, selon S. de Waltershausen.— Mais les angles et les dimensions du prisme fondamental sont encore inconnus.

Substance métalloïde, dont l'éclat se rapproche plus ou moins de celui de la soie, dont la couleur varie entre le gris de plomb noirâtre et le gris d'acier foncé, et présente souvent des teintes irisées. Elle est en fibres capillaires, flexibles et élastiques, entremêlées irrégulièrement et comme feutrées, formant des enduits à la surface d'une gangue ordinairement quarzeuse ; on la trouve aussi en masses presque compactes, à texture imparfaitement fibreuse. Elle est un peu fragile ; sa dureté = 3 ; sa densité = 5,7...5,9. Elle se comporte au chalumeau comme la zinckénite, fond aisément et couvre le charbon d'une double auréole d'oxyde blanc d'antimoine, et d'oxyde jaune de plomb.

Analyse du Federerz de Wolfsberg, par H. Rose :

Antimoine	31,04
Plomb	46,87
Soufre	19,72
Fer	1,30
Zinc	0,08
	99,01

La plumosite a été d'abord confondue avec la stibine, et la variété fibro-compacte avec la stibine compacte. La plupart des variétés de stibine capillaire, que l'on trouve dans les collections, se rapportent très-probablement à la plumosite ; cependant il paraît bien constant que la stibine peut aussi se présenter sous la même forme.

La plumosite se rencontre dans les filons métalliques avec la stibine et la zinckénite, la plagionite, la galène, etc. On la trouve principalement à Wolfsberg, dans la partie orientale du Harz ; et à Meiseberg, près Neudorf, dans le pays de Anhalt.

17e Espèce. Dufrénoysite (Damour).

Syn. : *Plomb arsénio-sulfuré; Dufrénoysite*, de Damour, Descloizeaux et Dufrénoy ; *Binnite*, de Heusser et Naumann ; *Skléroklase* et *Arsénomélane*, de Sartorius de Waltershausen.

La dolomie de la vallée de Binnen, dans le Haut-Valais, contient avec la binnite dont nous avons parlé page 435, et qui est un arséni-sulfure de cuivre cubique, un arséni-sulfure de plomb, sans cuivre, d'un gris métallique, cristallisé en aiguilles et en prismes droits rhombiques, à surface profondément striée, ou même à structure fibreuse à l'intérieur. Cette nouvelle espèce a été reconnue par M. Damour, qui l'a analysée le premier, et lui a donné le nom de Dufrénoysite ; ses formes cristallines ont été étudiées par MM. Heusser, Descloizeaux et Marignac.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{I}{Pb}{}^2 \overset{III}{As}$; ou en poids : soufre 22,1 ; arsenic 20,7 ; plomb 57,2. Cette composition est analogue à celle de la plumosite ; et l'on pourrait considérer la Dufrénoysite comme une plumosite arsenifère.

Système cristallin : Orthorhombique.

Forme fondamentale : Le prisme droit à base rhombe, de 118°, dans lequel un côté *b* de la base est à la hauteur *h*, à peu près : : 4 : 1.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les cristaux de Dufrénoysite sont des prismes droits rhombiques ou rectangulaires, aplatis parallèlement à la base *p*, et profondément modifiés par des zônes horizontales de facettes, parallèles aux diagonales et aux côtés de la base. — Un clivage facile a lieu parallèlement à la face g^1 ou à la petite diagonale du prisme *pmm*. On observe encore des traces de clivage parallèlement à la base *p*, et à la modification $e^{1/4}$.

Physiques. — Densité = 5,4 à 5,5. — Très-fragile; la pression de l'ongle suffit pour la réduire en poudre.

Aspect : d'un gris d'acier, ou d'un gris de plomb, avec un éclat assez vif; d'un brun rougeâtre, quand elle est en poussière.

Chimiques. — Chauffée sur le charbon, elle fond aisément en dégageant d'abord une odeur sulfureuse, puis une odeur arsénicale, et en laissant à la fin de l'essai un globule de plomb malléable, entouré d'une auréole jaune.

Analyses de la Dufrénoysite :

	1° Par Damour.	2° Par S. De Waltershausen.	3° Par Nason.
Soufre. . .	22,49	22,482	23,540
Arsenic. .	20,69	21,001	25,140
Plomb. .	55,40	55,441	51,430
Argent. .	0,21	0,519	0,170
Cuivre. .	0,31	» »	» »
Fer. . . .	0,44	0,557	0,080

	4° Par Uhrlaub.	5° Par Stockar-Escher.
Soufre.	24,046	23,97
Arsenic.	23,948	22,01
Plomb.	51,397	53,30
Argent.	0,024	0,24
Fer.	» »	» »

M. Sartorius de Waltershausen, qui a fait une étude particulière des minéraux contenus dans la dolomie de Binnen, ayant trouvé que les variétés fibreuses, et d'un gris de plomb, réunies

ici sous le nom de Dufrénoysite, n'offraient pas exactement la même composition, a supposé qu'elles résultaient du mélange en proportions variables de deux composés isomorphes, auxquels il assigne des formules un peu différentes, savoir à l'un la formule $\overset{I}{Pb}^2 \overset{III}{As}$, proposée par Damour, et à l'autre la formule plus simple $\overset{I}{Pb} \overset{III}{As}$. Il donne au premier composé le nom de *Skléroklase*, et au second celui d'*Arsénomélane*. La skléroklase ne serait qu'une zinckénite arsénifère, et l'arsénomélane une plumosite arsénifère.

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : g^1, h^1, $b^{1/2}$, $b^{2/5}$, $b^{3/5}$, $b^{4/5}$, $b^{1/7}$.
— sur les angles : $a^{1/5}$, $a^{2/5}$, $a^{3/5}$, $a^{4/5}$, a^1 ; $e^{1/5}$, $e^{1/4}$, $e^{2/3}$, e^1, $e^{3/2}$, e^2, $e^{5/2}$.

Les cristaux de Dufrénoysite sont généralement fort petits, extrêmement fragiles, striés verticalement ou composés d'aiguilles ou de fibres aggrégées. Les prismes à faces lisses et brillantes sont fort rares : nous avons indiqué ci-dessus les deux principaux types de formes qu'ils ont offerts jusqu'à présent. Voici quelques-uns des angles qui ont été calculés par M. Descloizeaux : Incidence de p sur a^1 = 153°35'; de p sur $a^{1/5}$ = 111°56'; de p sur e^1 = 163°20'; de p sur $b^{1/7}$ = 116°15'; de p sur $b^{1/2}$ = 149°55'; de p sur $b^{2/5}$ = 144°5'.

La Dufrénoysite se rencontre avec la binnite, dans la dolomie grenue de la vallée de Binnen, en Valais. Ses cristaux gris accompagnent constamment le réalgar, qui forme de petites veines d'un rouge vif, et tranchant fortement sur la roche, ordinairement d'un blanc de lait. L'orpiment, la blende, la pyrite jaune lui sont encore fréquemment associés.

18e ESPÈCE. CHIVIATITE (Rammelsberg).

M. Rammelsberg a donné le nom de *Chiviatite* à un nouveau minéral trouvé à Chiviato, au Pérou, où il est accompagné de pyrite et de barytine, et qui lui avait été signalé par M. Brooke. Ce minéral, d'aspect métallique et d'un gris de plomb, a un vif éclat, et ressemble, à quelques égards, à la bismuthine ; mais par

sa composition élémentaire, il se rapproche plus encore du Nadelerz. Il se présente en masses cristallines, feuilletées ou laminaires, clivables parallèlement à trois plans compris dans une même zône; le premier de ces clivages fait avec le second un angle de 153°, et avec le troisième un angle de 133°. Sa densité est de 6,92. Il se comporte au chalumeau, et par la voie humide, comme le fait le Nadelerz. Sa composition chimique, déduite de l'analyse suivante, est représentée par la formule $(\overset{I}{\text{Pb}}, \overset{I}{\text{Cu}})^2\ \overset{III}{\text{Bi}}^3$.

Analyse de la Chiviatite, par Rammelsberg :

Soufre.	18,00
Bismuth.	60,95
Plomb.	16,73
Cuivre.	2,42
Fer.	1,02
Argent.	traces.

19e Espèce. Géokronite (Svanberg).

Syn. : *Schulzite*, Sauvage; *Kilbrickénite*, Apjohn.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{I}{\text{Pb}}^5\ \overset{III}{\text{Sb}}$; ou en poids : soufre 16,5; antimoine 16,7, et plomb 66,8. — L'antimoine est quelquefois remplacé en partie par de l'arsenic.

Système cristallin : L'orthorhombique.

La forme fondamentale est un octaèdre droit à base rhombe, de 64°45' à la base, et de 153° aux arêtes culminantes; ou bien, un prisme droit rhombique, de même hauteur, et dont les pans font entre eux un angle de 119°44' (selon Kerndt). La grande diagonale de ce prisme n'est que la moitié de celle qui lui correspond dans la pyramide.

Caractères distinctifs.

Les cristaux sont très-rares, et offrent des traces de clivage parallèles aux pans du prisme de 119°44'. Les premiers échantillons connus de cette substance étaient en masses compactes

ou schisteuses, d'un aspect métallique; ils venaient de Suède ou d'Espagne. Depuis, on a découvert près de Pietro-Santo, dans le Val-di-Castello, en Toscane, des cristaux assez nets, qui ont permis de déterminer avec une assez grande précision les deux caractères fondamentaux de l'espèce. Ces cristaux sont des prismes à six faces, pmh^1, terminés par des pointements à quatre faces.

La densité de la géokronite est de 6,5. — Sa dureté = 2....3. Elle est cassante; sa cassure est inégale ou conchoïde. Son aspect est métallique, et sa couleur est le gris de plomb, plus ou moins clair. Elle fond très-aisément au chalumeau, et donne les réactions ordinaires du plomb, du soufre, de l'antimoine et quelquefois de l'arsenic.

La géokronite, par ses caractères extérieurs, ressemble tantôt au Weissgiltigerz, tantôt à la plumosite (ou federerz), tantôt à la stibine ou à la tétraédrite compacte. On peut en distinguer trois variétés et même quatre, si l'on réunit à cette espèce la kilbrickénite, comme le propose M. Dana : 1° la géokronite arsénifère de Suède, ou géokronite proprement dite, celle qui a été connue la première et décrite par Svanberg (1); 2° la géokronite non arsénifère d'Espagne, ou la schulzite, qui a été découverte par Schulz, inspecteur général des mines, et décrite par Sauvage (2); 3° la géokronite cristallisée et arsénifère de Toscane, qui a été reconnue et déterminée par Kerndt, tant sous le rapport chimique que dans ses caractères cristallographiques.

On trouve à Kilcbricken, dans le comté de Clare, en Irlande, une substance d'un gris de plomb bleuâtre, en masses amorphes, à cassure compacte ou imparfaitement lamellaire, d'une densité = 6,407, d'une dureté de 2 à 2,5; soluble avec difficulté dans l'acide chlorhydrique chauffé, avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré. D'après l'analyse que Apjohn en a faite, elle se rapproche assez de la géokronite, pour qu'on puisse, avec M. Dana, l'identifier avec cette espèce. Cependant, Apjohn a cru devoir représenter sa composition par la formule $\overset{I}{Pb}{}^{6}\,\overset{III}{Sb}$, qui diffère un peu de celle que nous avons donnée ci-dessus; et, par suite, la considérant comme une espèce particulière, il lui a donné le nom de *kilbrickénite*.

(1) *Annales de Poggendorf*, tome 51, p. 535.

(2) *Annales des Mines*, 3e série, tome 17, p. 525.

Analyses :

	1° De la Géokronite de Sala, par Svanberg.	2° De la Schulzite de Meredo, par Sauvage.	3° De la Géokronite de Toscane, par Kerndt.
Soufre. . . .	16,262	16,90	17,324
Antimoine. .	9,576	16,00	9,686
Arsenic. . .	4,695	» »	4,723
Plomb. . . .	66,452	64,89	66,545
Cuivre. . . .	1,514	1,60	1,153
Fer.	0,417	» »	» »
Zinc.	0,111	» »	» »

Analyse de la kilbrickénite, par Apjohn :

Soufre.	16,36
Antimoine.	14,39
Plomb.	68,87
Fer.	0,38

La géokronite de Suède a été trouvée en masses amorphes à Sala, en Suède, dans la mine d'argent de cette localité, et aussi dans la mine de cuivre de Fahlun. La variété de Sala a été confondue d'abord avec le weissgiltigerz, qu'on exploite dans le même endroit. La schulzite se rencontre en nodules, au milieu de la galène, à Meredo, dans la Galice, en Espagne. Cette variété est facile à pulvériser ; elle s'émiette aisément et tache fortement les doigts. La géokronite en cristaux déterminables se trouve aux environs de Pietro-Santo, dans le Val-di-Castello, en Toscane, dans une mine de galène, où elle est associée au federerz ou plumosite. La kilbrickénite vient de Kilbricken, dans le comté de Clare, en Irlande.

On pourrait rapporter aussi à la géokronite un minerai fibreux d'un éclat très-vif, trouvé par le professeur Meneghini à Bottino, en Toscane, où il est accompagné de jamesonite et de boulangérite. Bechi, qui en a fait l'analyse, lui a donné le nom de Méneghinite : il lui assigne la formule $\overset{\prime}{Pb}{}^4 \overset{\prime\prime\prime}{\overline{S}b}$. Il est composé de 17,522 de soufre ; 19,284 d'antimoine ; 59,214 de plomb ; 3,540 de cuivre, et 0,344 de fer. Si ces proportions sont exactes, la composition de ce minéral serait semblable à celle des cuivres gris.

20e Espèce. Sternbergite (Haidinger).

Syn. : *Argent sulfuré flexible*, de Bournon; *Biegsamer Silberglanz*, des Allemands.

M. Haidinger a décrit sous ce nom un double sulfure d'argent et de fer, d'un brun de tombac et à poussière noire, cristallisé en petites lames hexagonales, modifiées sur quatre arêtes des bases, offrant sur ces dernières faces un éclat métallique des plus vifs, et parallèlement à leur direction un clivage des plus nets et des plus faciles. Ces cristaux tabulaires dérivent d'un prisme rhombique droit de 119° 30'; ils sont communément implantés et groupés en rose ou en éventail. Leurs principales modifications sont les faces g^1, qui transforment le prisme rhombique en prisme hexagonal presque régulier, et les faces b^1, qui forment à l'entour une bordure disposée en anneau. L'incidence d'une de ces faces sur celle qui lui est adjacente inférieurement est de 118°. D'après cette donnée, le côté du prisme fondamental est à sa hauteur comme 1 : 1,66.

La couleur de ce minéral est assez semblable à celle de la pyrite magnétique; ses faces sont souvent irisées de nuances bleuâtres. Les lames minces sont flexibles comme des feuilles d'étain. Sa dureté est très-faible; elle est au plus de 1,5; aussi, laisse-t-il des traces sur le papier à la manière du graphite; sa densité est de 4,215. Chauffé sur le charbon, il fond en un globule magnétique, recouvert de parcelles d'argent; avec le borax, il donne un verre coloré par les teintes qui caractérisent le fer, en même temps qu'on obtient un globule d'argent. Analysée par le professeur Zippe, de Prague, la sternbergite a fourni le résultat suivant :

Soufre.	30,0
Argent.	33,2
Fer.	36,0

Composition que l'on représente par la formule : $\overset{I}{Ag}\,\overset{III}{\not{F}e^2}$.

Ce minéral a été trouvé d'abord dans les filons de Joachinsthal, en Bohême, puis dans ceux de Johanngeorgenstadt, en Saxe, associé à différents autres minerais argentifères, tels que l'argyrose, la psathurose (ou argent noir), et la pyrargyrite (ou argent rouge). M. Haidinger a dédié cette espèce au comte Sternberg, de Prague.

On peut rapporter à cette espèce l'argent sulfuré flexible de Bournon (ou le Biegsamer Silberglanz des Allemands), qui vient de la mine de Himmelsfürst, à Freiberg, et qui s'offre en lames rhomboïdales de 125°, très-minces et très-flexibles, avec un clivage net parallèlement à leurs grandes faces. Ces lames rhomboïdales ont été cependant considérées, par le comte de Bournon et quelques auteurs, comme des prismes droits à base parallélogrammique, et par conséquent rapportées par eux au système klinorhombique, mais tout en reconnaissant que les dimensions de ce prisme différaient peu de celles d'un prisme droit rhombique. Ce minéral est d'un gris noirâtre assez foncé, avec un faible éclat métallique. Les essais de Wollaston ont constaté qu'il est composé de soufre, de fer et d'argent. MM. Brooke et Dana le regardent comme identique avec le sternbergite. L'argent sulfuré flexible a été trouvé dans une des mines de Freiberg, et on en a cité aussi qui provenait d'une mine de la Hongrie.

21e ESPÈCE. PSATHUROSE (Beudant).

Syn. : *Argent antimonié sulfuré noir*, ou *Argent noir*, Haüy; *Schwarzgiltigerz*; *Melan-glanz*, Breithaupt; *Sprödglaserz*, ou *Argent sulfuré fragile*; *Stéphanite*, Haidinger et Dana.

Il existe plusieurs doubles sulfures argentifères qui, se rencontrant assez souvent dans les filons avec le sulfure simple d'argent et la galène, ajoutent beaucoup à l'importance de ces gîtes métallifères; ils sont de couleur noire ou rouge, et on les nomme à cause de cela *argents noirs* et *argents rouges*. Ce sont des combinaisons doubles du sulfure simple (argyrose) avec le sesquisulfure d'antimoine (stibine), ou le sesquisulfure d'arsenic (orpiment), dans lesquelles le rapport des quantités de soufre, contenues dans les deux sulfures composants, est celui du nombre 3 aux nombres 9, 6, 3 et 1. Les deux premières, la polybasite et la psathurose, sont noires; les trois suivantes sont rouges, la pyrargyrite, la proustite et la miargyrite.

Caractères essentiels de la Psathurose.

Composition chimique : $\overset{I}{Ag}{}^6\,\overset{III}{\text{S}b}$; les proportions pondérales sont : soufre, 15,70; antimoine, 13,98; argent, 70,32.

Système cristallin : Orthorhombique. Forme primitive : le prisme droit (fig. 290, pl. 31), dans lequel *m* sur *m* = 115° 39', et

le rapport d'un des côtés de la base b à la hauteur est à peu près celui des nombres 5 et 6.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les formes les plus ordinaires sont des prismes à six pans, ordinairement très-courts, modifiés sur les arêtes des bases par une ou plusieurs rangées de facettes disposées en anneau. Les pans de ces prismes sont striés verticalement. Ces cristaux sont fréquemment groupés, et ils offrent dans leurs groupements, une assez grande analogie avec ceux de la marcassite et surtout de l'arragonite, espèce avec laquelle la psathurose est plésiomorphe. Ils ne présentent que des traces de clivages fort imparfaits, parallèlement à des faces comprises dans la zône de la petite diagonale.

Physiques. — Aspect : métallique ; couleur des cristaux : gris de fer, tirant sur le noir ; poussière noire. Densité = 6,2...6,3. Dureté = 2,5. La substance est aigre, très-fragile ; sa cassure est inégale, ou conchoïde.

Chimiques. — Fusible au chalumeau, en donnant lieu à une combustion de soufre très-sensible, et à un dégagement de vapeurs antimoniales ; sur le charbon, elle fond en un globule d'un gris foncé, qui, à la flamme de réduction et avec addition de soude, donne un bouton d'argent. Attaquable par l'acide azotique chauffé, avec précipité blanc immédiat ; la solution précipite de l'argent sur une lame de cuivre. L'antimoine est quelquefois remplacé partiellement par de l'arsenic ; et une partie de l'argent par un peu de cuivre et de fer.

Analyse de la psathurose :

	1° De Schemnitz, en Hongrie, par H. Rose.	2° d'Andreasberg, au Harz, par Kerl.
Soufre. . . .	16,42	16,51
Antimoine. .	14,68	15,79
Argent. . . .	68,54	68,38
Cuivre. . . .	0,64	»
Fer.	»	0,14

La psathurose est toujours cristallisée, sous la forme de tables ou de prismes courts, ordinairement à six pans, modifiés sur les arêtes des bases, comme on le voit figures 291 et 292. Les modifications les plus ordinaires sont les suivantes : b^1, b^2 ;

$e^{1/2}$, $e^{4/5}$, e^1, e^3. Incidences de b^1 sur b^1 = 104°20' (au-dessus des pans); et 130°16' et 96°7' aux arêtes culminantes du rhomboctaèdre; de b^1 sur m = 142°10'; de e^1 sur e^1 (au-dessus de g^1) = 107°48'; de e^1 sur g^1 = 143°54'; de m sur g^1 = 122°10; de m sur b^3 = 113°13'; de b^3 sur p = 156°47'. La psathurose se rencontre aussi à l'état amorphe et disséminée. C'est un des minerais d'argent les plus riches, et il est recherché avec soin pour servir à l'extraction du précieux métal.

La psathurose se trouve dans les filons argentifères, avec d'autres minerais d'argent, tels que l'argyrose, et surtout l'argent rouge (pyrargyrite) qui l'accompagne presque toujours, et dont elle était regardée jadis comme une simple altération. Haüy la rangeait dans cette dernière espèce, sous le nom particulier d'*argent noir*. Les plus belles variétés viennent des mines des environs de Freiberg (entr'autres, celle de Morgenstern), de celles de Schneeberg, Annaberg, et Johanngeorgenstadt en Saxe; de celles d'Andreasberg, au Harz (mines Andreaskreuz, Samson, etc.); de celles de Joachimsthal et Przibram, en Bohême; de Schemnitz et Kremnitz, en Hongrie; de Zacatecas et Guanaxuato, au Mexique.

IVe Tribu. Rhomboédriques.

22e Espèce. Polybasite (G. Rose).

Syn. : *Argent sulfuré fragile* et *Bournonite du Mexique* (en partie); *Eugenglanz*, Breithaupt; *Mildglanzerz*, Werner.

Cette espèce a été confondue tantôt avec la psathurose, et tantôt avec la bournonite. C'est à MM. Henri et Gustave Rose que l'on est redevable de sa détermination, le premier lui ayant assigné une composition distincte, et le second une forme cristalline particulière. C'est un minerai métallique, d'un noir de fer, à poussière noire, qui cristallise en tables hexagonales régulières, dont les bases présentent un entrecroisement de stries triangulaires, qui se coupent sous des angles de 60° : elles sont parallèles aux bords alternatifs de ces bases, et par conséquent aux arêtes d'un triangle équilatéral. Ces tables sont modifiées sur leurs bords horizontaux par des facettes qui mènent le plus souvent à des formes dirhomboédriques, et quelquefois à des formes simplement rhomboédriques. Ce double caractère, de

stries triangulaires et de modifications hémiédriques, pourrait conduire à attribuer le rhomboèdre comme forme primitive à cette espèce. Outre les stries des faces basiques, les pans du prisme hexagonal en offrent d'autres qui ont aussi une direction horizontale. La double pyramide hexaèdre, qu'on obtient par le prolongement des troncatures des arêtes, a ses faces inclinées de manière à faire entre elles, d'une pyramide à l'autre, un angle d'environ 117°, et vers les arêtes culminantes, un angle de 129°30'. Un clivage imparfait existe dans le sens des bases.

Ce minerai est composé de soufre, d'antimoine et d'argent, suivant la formule $\overset{\prime}{Ag}{}^{9}\,\overset{\prime\prime\prime}{\not{S}b}$; ou, en poids, de soufre 14,9 ; d'antimoine 9,9 ; et d'argent 75,2. Mais une grande partie de l'antimoine est souvent remplacée par de l'arsenic, et une portion de l'argent par du cuivre, dont la quantité s'élève quelquefois jusqu'à 10 pour cent. Les caractères chimiques de la polybasite sont les mêmes que ceux de la psathurose, si ce n'est que le premier minéral donne plus souvent, et d'une manière plus marquée, les réactions de l'arsenic et du cuivre.

Analyse de la polybasite :

	1° De Guarisamey, au Mexique, par H. Rose.	2° De Schemnitz, en Hongrie, par le même.	3° De Freiberg, en Saxe, par le même.
Soufre. . . .	17,04	16,83	16,35
Antimoine. .	5,09	0,25	8,39
Arsenic. . .	3,74	6,23	1,17
Argent. . .	64,29	72,43	69,99
Cuivre. . .	9,93	3,04	4,11
Fer.	0,06	0,33	0,29
Zinc.	» »	0,59	» »

Les cristaux de polybasite sont généralement noirs et opaques ; cependant ceux qui sont en lames très-minces, étant vus par transparence, paraissent d'un rouge foncé. Ces cristaux minces sont assez fréquemment recouverts d'un enduit de chalkopyrite. Ils sont très-fragiles. Leur dureté = 2....3 ; leur densité = 6,21.

Cette substance se rencontre en cristaux et aussi en petites masses compactes, dans les mines de Guanaxuato, et de Guarisamey, province de Durango, au Mexique, avec la chalkopyrite et le calcaire spathique ; dans plusieurs mines des environs de Freiberg, en Saxe, et entre autres dans celles de Neue-Mor-

genstern et de Himmelfürst; dans celles de Joachimsthal, en Bohême, et de Schemnitz en Hongrie.

23e Espèce. Pyrargyrite (Glocker).

Syn. : *Argent antimonié sulfuré*, ou *Argent rouge*, Haüy; *Dunkles Rothgiltigerz* (ou argent rouge sombre) des Allemands; *Ruby Silver*, Phillips; *Rhomboedrisches Rubinblende*, Mohs; *Antimonit Silberblende*, Breithaupt; *Pyrargyrite*, Glocker, Haidinger, Hausmann, Naumann et Dana; *Argyrythrose*, Beudant.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{I}{Ag}^3 \overset{III}{Sb}$; ou, en poids, soufre 17,56; antimoine 23,46; argent 58,98.

Forme cristalline : Rhomboèdre obtus de 108°20' (fig. 281, pl. 31). Le type rhomboédrique domine dans les cristaux de cette espèce, et ses formes rappellent celles du carbonate de chaux, avec lequel elle est plésiomorphe. Quelques-unes cependant portent des traces d'une hémiédrie polaire, tout-à-fait pareille à celle qui affecte les formes de la tourmaline.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Les formes dominantes sont le prisme hexagonal régulier et le scalénoèdre. Les rhomboèdres se montrent toujours subordonnés à l'un ou à l'autre de ces types secondaires. Celui des deux prismes hexagonaux qui se montre le plus souvent et avec toutes ses faces, est le prisme de second ordre, celui qui est en position inverse ou diagonale, par rapport à la forme primitive; l'autre prisme, celui de premier ordre, est beaucoup plus rare, et se trouve toujours réduit par hémiédrie à la forme d'un prisme trigonal : ce prisme triangulaire, en se combinant avec le prisme hexagonal de second ordre, forme un prisme à neuf pans, comme celui de la tourmaline. L'hémiédrie polaire se manifeste aussi dans les sommets, ainsi qu'il arrive dans cette dernière substance. Certains cristaux sont terminés d'un côté par six faces, et de l'autre par trois seulement, parce qu'un des rhomboèdres secondaires est réduit à trois faces, ayant perdu toutes celles qui répondent à l'un des sommets.

Des clivages assez nets ont lieu parallèlement aux faces du rhomboèdre primitif p (fig. 281). Les cristaux sont souvent groupés par hémitropie; et l'axe de révolution est ordinairement parallèle à l'une des arêtes culminantes du rhomboèdre équiaxe b^1.

Physiques. — Aspect : substance d'un gris de plomb bleuâtre ou noirâtre, à la surface des cristaux, montrant par places des reflets d'un rouge cramoisi ou rouge de carmin, qui se développent par la cassure, et surtout lorsqu'on pulvérise le minerai; sa poussière est toujours d'un rouge sombre; son éclat est adamantin, ou submétallique. Elle est translucide sur les bords, et généralement opaque, lorsqu'elle est en fragments un peu épais, et qu'elle offre le brillant métallique d'une manière plus prononcée.

Densité : = 5,75 . . . 5,85. — Dureté : = 2 . . 2,5. Elle est douce, cassante et facile à râcler avec un couteau ou à rayer avec une pointe d'acier, qui fait aussitôt apparaître la couleur rouge. Sa cassure est conchoïde.

Chimiques. — Fusible sur le charbon avec facilité, en donnant des vapeurs d'antimoine et d'acide sulfureux, et réductible en un globule d'argent. Attaquable par l'acide azotique, avec précipité immédiat d'oxyde antimonique; solution donnant par l'acide chlorhydrique, un précipité blanc de chlorure d'argent, que l'ammoniaque peut dissoudre.

Analyse de la pyrargyrite :

	1° D'Andreasberg, par Bonsdorf.	2° Du Mexique, par Wohler.
Soufre.	16,609	18,0
Antimoine.	22,846	21,8
Argent.	58,949	60,2

On voit par ces analyses, que la pyrargyrite est encore un minerai fort riche, puisqu'elle contient 60 pour cent d'argent.

VARIÉTÉS.

Formes cristallines.

Modifications sur les arêtes : b^1, b^2, b^3, b^4; d^1, d^2, $d^{4/3}$, $d^{3/2}$.

— sur les angles : a^1, a^2; $e^{1/2}$, $e^{3/2}$, $e^{4/5}$; e^1, e^3; e_2, e_3, $e_{1/3}$ ($d^{1/7}$, b^1, $d^{1/2}$); ($d^{1/6}$, $d^{1/3}$, $b^{1/2}$).

Les principales formes simples ou combinaisons de la pyrargyrite sont les suivantes :

1. La pyrargyrite *prismée* $p\,d^1$ (fig. 282, pl. 31). La forme primitive, représentée fig. 281, n'existe jamais seule : elle est combinée avec une autre forme, qui est presque toujours le

prisme de second ordre d^1. Cette variété est analogue à la variété prismée du calcaire spathique. Incidence de d^1 sur d^1 = 120°; de p sur p = 108°20'; de p sur d^1 = 126°.

2. La pyrargyrite *prismatique* $a^1 d^1$ (fig. 283). Le prisme de second ordre, toujours complet dans la série cristalline, et terminé ici par deux bases horizontales.

3. La variété prismée (fig. 282), dans laquelle le rhomboèdre primitif p est remplacé par le rhomboèdre équiaxe b^1. C'est l'analogue de la variété de calcaire nommée par Haüy *bisunitaire*; son signe est en effet $b^1 d^1$. Incidence b^1 sur b^1 = 137°40'. Cette variété offre souvent un exemple du groupement en forme de gerbe, que représente la figure 37, pl. 13, et que nous avons décrit page 210 du Ier volume, groupement que l'on cite comme un de ceux qui satisfont à la loi particulière de Mohs, d'après laquelle l'axe d'hémitropie serait parallèle et le plan d'hémitropie normal à une arête cristalline.

4. La variété prismée, combinée avec le prisme hexagonal de premier ordre, réduit à trois faces seulement par hémiédrie (fig. 284). Le signe de cette variété est $p\, d^1\, {}^1/_2(e^2)$; elle est analogue à la variété de tourmaline nommée par Haüy *trédécimale*. Incidence de d^1 sur e^2 = 150°.

5. La pyrargyrite *triunitaire* $d^1 b^1 e^1$ (fig. 285). C'est la variété 3, augmentée des faces du rhomboèdre aigu e^1, qui est l'analogue de la variété *inverse* du calcaire. Mais ce rhomboèdre aigu présente ici un cas d'hémimorphisme, semblable à celui qui caractérise les variétés de tourmaline, que Haüy a nommées *isogone* et *équidifférente* : il est réduit par l'hémiédrie polaire à un seul de ses sommets. Des différences de configuration se montrent donc vers les deux extrémités, comme dans les cristaux de tourmaline, puisque l'une des terminaisons est à trois faces et l'autre à six. Incidence de e^1 sur e^1 = 81°.

6. La pyrargyrite *disjointe* (de Haüy), moins les faces b^1 (fig. 286). Le signe de cette combinaison quaternaire est $p\, d^1 d^2 b^4$. On voit apparaître ici le scalénoèdre d^2, qui est l'analogue du scalénoèdre métastatique de la chaux carbonatée. Incidence de d^2 sur d^2 = 105° 30'; 149° 40'; 130° 25'; d^1 sur d^2 = 142° 45'; b^4 sur b^4 = 133° 10'.

7. Une autre combinaison quaternaire, ayant pour signe $d^1 d^{4/3} d^2 b^3$, se voit fig. 287; c'est la variété pentahexaèdre d'Haüy, plus les faces d^2 de la variété précédente. Incidence de $d^{4/3}$ sur $d^{4/3}$ = 109°20'; 134°40' et 149° — de b^3 sur b^3 = 160°30'; 140°20.

8. La pyrargyrite *apophane* (Haüy) $b^3 d^{4/3}$ (fig. 288).

9° Le scalénoèdre d^2, combiné avec le rhomboèdre cuboïde $e^{4/5}$. Cette variété est surtout commune dans l'espèce suivante, la proustite, qui est isomorphe avec la pyrargyrite. Dans la proustite, l'incidence de $e^{4/5}$ sur $e^{4/5}$ est de 90°25'.

La pyrargyrite est presque toujours cristallisée, et ses cristaux sont ordinairement implantés sur diverses gangues; mais elle s'offre aussi quelquefois à l'état amorphe et en masses botryoïdes ou concrétionnées. Le plus souvent ce n'est qu'une matière subordonnée aux gîtes d'argyrose ou de galène argentifère, mais elle forme quelquefois la partie principale des dépôts, comme dans les mines du Mexique. On la trouve principalement dans les filons d'Andreasberg, au Harz; dans ceux de la Saxe, à Freiberg, Schneeberg, Annaberg et Johanngeorgenstadt; dans ceux de la Bohême, aux environs de Przibram et de Joachimsthal; on la rencontre aussi en Hongrie, près de Schemnitz et de Kremnitz. En France, on la trouve à Sainte-Marie-aux-Mines, dans les Vosges; en Norwège, dans la mine de Kongsberg. Elle existe enfin au Mexique, où elle joue un rôle important dans les mines d'argent de ce pays, surtout dans celles des environs de Sombrerete, de Guanaxuato et de Zacatecas.

24. Espèce. Proustite (Beudant).

Syn. : *Argent antimonié sulfuré*, ou *Argent rouge* (en partie), Haüy; *Lichtes Rothgiltigerz*, Werner; *Rubinblende*, Hausmann; *Arsensilberblende*, Naumann.

Cette espèce est isomorphe avec la précédente, et a été pendant longtemps confondue avec elle. Werner avait déjà indiqué la séparation des deux argents rouges, d'après la différence de couleur de leur poussière, qui est le rouge sombre dans la pyrargyrite (dunkles Rothgiltigerz), et le rouge clair dans la proustite (lichtes Rothgiltigerz). Mais c'est Proust qui le premier a fait connaître la cause de cette différence, en montrant qu'elle était le résultat d'une diversité dans la composition. L'argent rouge de teinte foncée est composé de soufre, d'argent et d'antimoine, tandis que l'argent à poussière d'un rouge clair est formé de soufre, d'argent et d'arsenic. C'est pour rappeler que cette distinction a été faite pour la première fois par le chimiste Proust, que Beudant a cru devoir donner à l'une des espèces le nom de *Proustite*.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\dot{A}g^3 \dddot{A}s$; ou argent arsénié sulfuré; en poids, argent 65,38; arsenic 15,16; et soufre 19,46.

Forme cristalline : Rhomboèdre obtus de 107°49'.

Les formes cristallines et les combinaisons dans cette espèce sont les mêmes que dans la pyrargyrite; il n'y a que de légères différences dans les angles; les deux substances offrent d'ailleurs les mêmes clivages, les mêmes degrés de dureté et de ténacité; leur densité est aussi à très-peu près égale. Ce qui les distingue surtout, c'est que les cristaux ont plus rarement l'aspect métalloïde; ils sont assez généralement transparents et rouges en masse, d'un rouge de cochenille ou de carmin, et leur poussière est toujours d'un rouge clair ou rouge aurore; ils sont enfin fusibles au chalumeau, en donnant des vapeurs arsénicales très-prononcées, et laissant ensuite un bouton d'argent.

Analyses de la proustite de Joachimsthal :

1° Par H. Rose.		2° Par Proust.	
Soufre. . .	19,51	Sulfure d'arsenic. . . .	25,00
Arsenic. . .	15,09	Sulfure d'argent. . . .	74,35
Antimoine.	0,69	Sable et oxyde de fer. .	0,65
Argent. . .	61,67		

La proustite s'offre comme la pyrargyrite, en cristaux, en concrétions ou en masses amorphes; on la trouve dans les mêmes lieux et dans les mêmes gisements que cette dernière espèce; seulement elle est beaucoup plus rare. Les échantillons les mieux caractérisés viennent de Joachimsthal en Bohême; et de Johanngeorgenstadt, Annaberg, et Schneeberg en Saxe. On la trouve aussi à Andreasberg au Harz; à Kongsberg en Norwège; à Schemnitz en Hongrie, à Sainte-Marie-aux-Mines dans les Vosges et aux Chalanches, dans le Dauphiné; à Guadalcanal en Espagne; au Mexique, au Pérou et au Chili.

APPENDICE. **XANTHOCONE.**

On doit rapprocher de la proustite un minéral qui s'en éloigne bien peu par sa composition, comme aussi par sa forme, qui paraît être un rhomboèdre; c'est celui qui a été décrit par Breithaupt sous le nom de *Xanthocone*, parce que sa poussière est jaune. Il a été trouvé dans la mine Himmelsfürst à Erbisdorf,

près de Freiberg, en petites tables hexagonales, minces comme des feuilles de papier, et disséminées dans un calcaire spathique. Ces cristaux tabulaires sont d'un jaune orangé, et comparables pour la couleur à la greenockite ; et leur forme paraît analogue à celle du fer spéculaire des volcans ; c'est-à-dire qu'elle se termine latéralement par des faces inclinées également sur les bases et alternativement en sens contraire. L'imperfection des cristaux ne permet que des mesures approchées : M. Breithaupt a cru pouvoir conclure de celles qu'il a prises, que la forme dont ils dérivent est un rhomboèdre aigu de 71°32'. Le contour des lames offre aussi des traces d'un second rhomboèdre, plus aigu que le premier, et qui en proviendrait par la loi de modification e^1 : dans celui-ci, l'angle des arêtes culminantes est de 63°18'. Ces formes appartiennent à une série cristalline, très-voisine de celle de la proustite (1). Les cristaux de xanthocone présentent des clivages rhomboédriques parallèles aux faces du rhomboèdre fondamental, et en outre un clivage basique.

M. Plattner, qui a analysé ce minéral, en a retiré les proportions suivantes : argent 64,2 ; arsenic 13,49, et soufre 21,3 ; c'est-à-dire que les trois éléments composants sont entre eux :: 9 : 6 : 20. On remarquera que ces rapports sont très-voisins de ceux que donne la proustite, savoir : 9 : 6 : 18. Il y a seulement une certaine quantité de soufre en excès, dont Plattner explique le rôle, en supposant que le xanthocone est une combinaison ou un mélange de deux atomes de proustite $2.\overset{|}{A}g^3\,\overset{|||}{\overline{A}}s$, et d'un atome d'un nouveau sulfure d'arsenic et d'argent, qu'il représente par $Ag^3\,(\overset{|}{\overline{A}}s^2\,\overline{S}^5)$. Mais le sulfide $\overset{|}{A}s^2\,S^5$ est un composé dont on n'a pas jusqu'à présent constaté l'existence dans la nature. Le xanthocone n'est peut-être pas encore parfaitement connu dans sa forme : il a été regardé par M. Breithaupt comme identique avec la Rittingérite dont il sera bientôt question, et qui est une espèce klinorhombique ; il se rapproche aussi beaucoup de la Feuerblende, autre espèce du cinquième système ; enfin nous venons de voir qu'il présente de grandes analogies avec la proustite ; sa détermination comme espèce particulière n'est donc pas encore bien assurée.

Le xanthocone a une dureté de 2 à 2,5 ; il est aigre, et facile

(1) Le rhomboèdre de 71° 1/2 a pour équiaxe un rhomboèdre cuboïde de 92° environ ; et le rhomboèdre fondamental de la proustite engendre, par la modification e^{h}/s, un cuboïde d'à peu près 91°.

à briser. Sa densité =5,1...5,2. Il est transparent à un assez haut degré, a un éclat adamantin, et une couleur d'un brun-jaunâtre ou jaune orangé. Il fond très-aisément dans le matras, devient d'un gris de plomb, et donne un léger sublimé de sulfure d'arsenic; avec le tube ouvert, on obtient des vapeurs d'acide sulfureux et arsénieux; sur le charbon, après avoir donné des fumées sulfureuses et arsénicales, il abandonne un bouton d'argent.

On le rencontre sous la forme de lames cristallines, et quelquefois aussi en petits rognons à structure grenue ou lamellaire, dans la mine Himmelsfürst, près de Freiberg, où il est accompagné de psathurose et autres minerais d'argent.

Ve Tribu. KLINORHOMBIQUES.

25e ESPÈCE. MIARGYRITE (H. Rose).

Syn. : *Hemiprismatische Rubin-blende*, Mohs; *Unobinargulden*, Weiss.

Ce minéral a été confondu pendant longtemps avec l'argent rouge sombre ou argent antimonié sulfuré; c'est Mohs qui le premier l'en a séparé, à cause de sa cristallisation en prismes klinorhombiques; mais il lui supposait la même composition que celle de la pyrargyrite. Henri Rose a fait voir que si la composition qualitative était la même, il y avait une différence essentielle dans les proportions relatives des éléments, le minéral en question renfermant beaucoup moins d'argent; et c'est à raison de cette circonstance qu'il lui a donné le nom de *Miargyrite* (de μεῖων, moins, et ἄργυρος, argent). Les formes cristallines de cette espèce ont été déterminées par Mohs et Naumann.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{I}{Ag}\,\overset{III}{\underline{S}b}$. En poids, argent 35,86; antimoine 42,79; et soufre 21,35.

Système cristallin : Klinorhombique.

Forme fondamentale : Le prisme klinorhombique *p m m* (fig. 293, pl. 31), dans lequel les pans *m*, *m* font entre eux (en avant) un angle de 89°38', et la base *p* s'incline sur l'axe ou sur l'arête aiguë antérieure, de 98°24'. L'inclinaison de *p* sur *m* est de 92°40'. Les trois axes de ce prisme *a*, *b*, *c* sont entre eux,

à peu près, comme les nombres 1,04 : 1 : 0,36. L'octaèdre klinorhombique, que détermine ce système d'axes, a pour angles dièdres des arêtes culminantes (en avant) 95°59' et 90°53'; des arêtes culminantes latérales 92°52', et des arêtes à la base 152°44'.

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Le type qui domine dans les cristaux est tantôt le type prismatique, comme le montre la figure 293, et tantôt le type bipyramidal, résultant de la combinaison de plusieurs prismes obliques, et dans lequel prédominent les faces *d, d* de Naumann, qui font partie de l'octaèdre fondamental et sont inclinées l'une sur l'autre de 95°59', plus les faces *g*, *g* du même auteur, inclinées entre elles de 106,21'. Dans les cristaux du premier type, la base *p* est striée horizontalement, tandis que les pans *m*, *m* le sont dans des directions obliques. Dans le second type, les faces qui font partie des zônes obliques, sont striées parallèlement à leurs bords de combinaison. Des clivages imparfaits s'observent parallèlement aux faces verticales *m*, et h^1.

Physiques. — Densité : 5,35. — Dureté =2...2,5. Elle est fragile, et sa cassure est imparfaitement conchoïde.

Aspect : éclat métallique, ou adamantin passant au métallique, avec une couleur d'un gris de plomb ou gris d'acier tirant sur le noir ; opaque, excepté dans les lames très-minces, qui paraissent d'un rouge de sang par la lumière qu'elles transmettent. Poussière, d'un rouge de cerise foncé.

Chimiques. — Se comporte au chalumeau comme la pyrargyrite.

Sa composition est, d'après l'analyse de H. Rose :

Soufre	21,95
Antimoine	39,14
Argent	36,40
Cuivre	1,06
Fer	0,62

Ce minéral n'a encore été trouvé, d'une manière certaine, qu'en petits cristaux, implantés ou disséminés, dans la mine *Neue-Hoffnung Gottes*, près de Braünsdorf, en Saxe. La forme la plus simple de ces cristaux est celle que représente la figure

293, et qui se compose du prisme fondamental, modifié sur les angles supérieur et inférieur par une facette triangulaire *o*, inclinée sur l'axe de 50°10'. Mais on rencontre aussi des formes plus compliquées, du type pyramidal : 1° une forme composée des faces *p*, *o*, h^1, g^1, et d'une série de prismes obliques, dont les faces se montrent en avant dans la pyramide supérieure, et parmi lesquels on distingue le prisme *d*, *d* de 95°59', et le prisme *f*, *f* de 115°54'. — Incidences de *p* sur *p* = 106°16'; de *d* sur h^1 = 135°7'; de *p* sur h^1 = 98°24'; de *o* sur h^1 = 129°50'. 2° Une autre forme, composée d'une face oblique en avant, inclinée sur l'axe de 41°34', d'une autre face *n*, comprise comme celle-ci dans la zône des faces h^1 et *o*, et inclinée sur l'axe de 17°38', et enfin de plusieurs prismes obliques, dont les faces sont placées en avant dans la pyramide inférieure, et parmi lesquels nous citerons le prisme *g*, *g* de Naumann, dont l'angle est de 106°21', et le prisme *p*, *p* (du même auteur), dont l'angle est de 122°37'.

La miargyrite est jusqu'à présent un minerai des plus rares; il est probable cependant qu'on la retrouvera dans plusieurs des localités où nous avons indiqué la présence de l'argent rouge. Selon toute probabilité, la substance décrite par Hausmann sous le nom de *Fahles Rothgiltigerz*, et qui est assez répandue dans les filons d'Andreasberg au Harz, notamment dans les mines *Gottes Segen*, *Saint-Jacobs Glück*, et *Abendröthe*, doit être rapportée à la miargyrite. Celle que Breithaupt a désignée par le nom de *Hypargyrite*, paraît n'être, d'après l'examen qui en a été fait par Plattner, qu'une miargyrite, dans laquelle une notable partie de l'antimoine serait remplacée par de l'arsenic; elle vient des mines de Clausthal, dans le Harz.

26e Espèce. Rittingérite (Zippe).

M. Zippe a décrit sous ce nom, et ainsi nommé en l'honneur du conseiller Rittinger, un minéral qu'il regarde comme une nouvelle espèce, et qui provient d'un des filons de Joachimsthal en Bohême, où il est associé à la proustite et à d'autres minerais argentifères. La rittingérite est en petits cristaux tabulaires, d'un brun-noirâtre, à poussière d'un jaune orangé, comme le xanthocone, dont elle se rapproche encore par sa composition; mais elle paraît différer de celui-ci par sa forme, qui est celle d'une table klinorhombique, modifiée sur les arêtes des bases.

Elle a aussi de grands rapports avec l'espèce suivante, la Feuerblende, mais n'offre point, comme elle, un clivage net et facile dans un sens. Les petits cristaux de rittingérite ont été mesurés par Schabus, et rapportés au système klinorhombique, bien que la base n'ait qu'une très-faible inclinaison, la déviation de l'axe principal, dans le plan de la petite diagonale, n'étant que de 1°34'. La forme fondamentale est un prisme klinorhombique *pmm*, dans lequel *m* sur *m* = 126°18', et *p* sur *m* = 91°24'; ou bien, un octaèdre presque orthorhombique, dont les angles, dans la section principale, sont de 140°1', et 141°; dans la section orthodiagonale, de 90°48'; et aux arêtes de la base, de 96°18'.

La densité de ces cristaux est encore inconnue. Leur dureté est faible; ils sont fragiles. Ils sont d'un noir de fer ou d'un brun-noirâtre sur leurs grandes faces, translucides dans la direction de l'axe principal, et vus dans ce sens, au moyen de la lumière transmise, ils paraissent d'un jaune de miel passant au rouge hyacinthe. Leur éclat est submétallique ou adamantin. Ils fondent très-aisément au chalumeau, en développant une odeur arsénicale, et en abandonnant beaucoup d'argent. Les essais auxquels M. Zippe les a soumis, conduisent à les considérer comme composés de sulfure d'argent, et de sulfure d'arsenic et d'antimoine. Nous avons dit que M. Breithaupt avait considéré la rittingérite comme identique avec le xanthocone; mais MM. Zippe et Kenngott ont contesté cette assimilation.

27e Espèce. Feuerblende (Breithaupt).

M. Breithaupt a donné ce nom à un minéral qu'on trouve dans la mine Kurprinz, près de Freiberg, et aussi à Andreasberg au Harz, et qui, par sa forme cristalline, ses groupements, son tissu lamelleux dans un sens, et l'éclat nacré qui se montre sur les plans de clivage, rappelle tout-à-fait les habitudes des cristaux de stilbite et de heulandite. Ses cristaux sont en tables rhomboïdales, assez minces, transparents, d'un rouge hyacinthe ou rouge de feu; leur éclat est perlé ou adamantin; ils sont très-tendres, flexibles et faciles à couper; leur dureté = 2, comme celle du gypse; leur densité = 4,3. Ils se comportent au chalumeau comme la pyrargyrite. La détermination de leur forme cristalline, et celle de leur composition chimique, laissent encore beaucoup à désirer. Selon MM. Brooke et Miller, leur forme fondamentale serait un prisme klinorhombique dont les pans

feraient entre eux un angle de 139°12'. D'après les essais de MM. Zincken et Plattner, ils seraient composés de soufre, d'antimoine et d'argent, et contiendraient 62,3 pour cent de ce dernier métal, comme le xanthocone. La Feuerblende aurait donc une certaine analogie avec ce minéral; et, comme le fait remarquer M. Naumann, elle serait peut-être au xanthocone ce que la pyrargyrite est à la proustite.

28. Espèce. Plagionite (G. Rose).

Syn. : *Rosenite*, Zincken, *Hemiprismatischer Dystom-Glanz*, Mohs.

Caractères essentiels.

Composition chimique : $\overset{III}{Sb}{}^3\overset{I}{Pb}{}^4$. En poids, ant. 38,30; plomb, 40,99; soufre, 20,71.

Forme fondamentale : Octaèdre klinorhombique, dans lequel l'axe principal *c* est incliné, sur la grande diagonale de la base, de 107°32', et où l'on a $a : b : c = 1 : 0,888 : 0,37$. (G. Rose.)

Caractères distinctifs.

Géométriques. — Forme primitive : Le prisme oblique rectangulaire *p m t* (fig. 129, pl. 10), dans lequel *p* sur *m* = 107°32', et dont les côtés sont égaux et parallèles aux axes de l'octaèdre précédent. La forme dominante des cristaux est un prime klinorhombique, dont la base est *p*, dont les pans sont donnés par la loi a^2, et dans lequel on a a^2 sur a^2 = 120°49, et *p* sur a^2 = 138°52'.

Clivage : assez net, parallèlement aux faces latérales du prisme rhombique.

Stries : la face *m* est striée horizontalement. Les faces e^1, a_1, a^2, le sont parallèlement à leurs arêtes d'intersection.

Physiques. — Dureté : = 2,5. Fragile. — Densité : = 5,4, Zincken. — Aspect : Opaque et d'un éclat métallique; d'un gris de plomb noirâtre, passant au noir de fer. Les bases *p* sont lisses et brillantes; toutes les autres ont beaucoup moins d'éclat.

Chimiques. — Au chalumeau, la plagionite décrépite, fond ensuite très-facilement, donne dans le tube ouvert des vapeurs antimoniales et une odeur sulfureuse, et se réduit en goutte-

lettes métalliques sur le charbon, en couvrant celui-ci d'un dépôt jaunâtre.

Analyses de la plagionite de Wolfsberg :

	Par H. Rose.	Par Kudernatsch.
Antimoine.	37,94	37,53
Plomb.	40,52	40,98
Soufre.	21,53	21,49
	99,09	100,00

VARIÉTÉS.

Plagionite *cristallisée*, $p\,m\,a^2\,a^1\,e^1$. Les faces p, a^2 dominent, en sorte que les cristaux offrent l'aspect de prismes klinorhombiques, modifiés sur les arêtes des bases et sur les arêtes longitudinales antérieure et postérieure. Incidence de p sur $a^1 = 154°20'$; de p sur $e^1 = 149°$; de a^1 sur $a^1 = 142°3'$; de e^1 sur $e^1 = 134°30'$. Ces cristaux sont fréquemment groupés en druses sur de la plagionite compacte. Tantôt ils sont implantés sur le quarz hyalin, et tantôt disséminés dans de la stibine.

La plagionite a été découverte par M. Zincken, qui lui avait donné le nom de *rosénite*. Nous sommes redevables de sa description à M. G. Rose, qui l'a fait connaître sous la dénomination de plagionite : ce dernier nous rappelle l'obliquité très-sensible de l'axe de ses cristaux et de sa forme prismatique dominante. Elle se trouve dans la mine de Jost-Christian, à Wolfsberg dans le Harz, laquelle est bien connue depuis longtemps par les nombreuses espèces antimonifères qu'elle a fournies. La plagionite, en effet, s'y rencontre avec la stibine, la zinckénite, la bournonite, le federerz, etc.

VIe Tribu. Adélomorphes.

Les substances dont la cristallisation n'est pas encore suffisamment connue, et qui paraissent appartenir à l'ordre des sulfures multiples, sont les suivantes :

1. *Berthiérite* (Haidinger); *Haidingérite*, Berthier et Beudant; antimoine sulfuré ferrifère. Substance douée de l'éclat métallique, d'un noir de fer ou d'un gris d'acier foncé, sujette à s'altérer superficiellement. Sa composition chimique, telle qu'elle résulte de l'analyse de Berthier, peut être représentée par la

formule $\dot{F}e^3 \overset{\cdots}{S}b^2$. D'après les indices de cristallisation qu'elle a offerts, on présume qu'elle peut appartenir au système rhombique; elle ne s'est présentée encore qu'en masses compactes ou en masses bacillaires très-confuses, avec des traces de clivage en plusieurs sens. Les baguettes sont jointes parallèlement ou s'entrelacent entre elles. Dureté, 2—3; densité, 4,28. Elle fond très-facilement sur le charbon, en répandant, avec l'odeur du soufre brûlé, des vapeurs blanches d'oxyde d'antimoine, et en laissant pour résidu un globule magnétique de couleur noire. Elle se dissout dans l'acide azotique en formant immédiatement un précipité blanc antimonial; et la solution précipite abondamment en bleu par le ferro-cyanure de potassium.

Analyse de la variété de Chazelles, par Berthier :

Antimoine	52,0
Fer	16,0
Zinc	0,3
Soufre	30,3
	98,6

C'est à M. Berthier que l'on doit la connaissance de ce minéral, dont il a fait une espèce, par la raison que le fer s'y trouve à l'état de protosulfure et à l'état de combinaison définie, et non de simple mélange avec le sulfure d'antimoine; car, s'il n'était que mélangé, il aurait communiqué à la masse la propriété magnétique qu'il possède à un très-haut degré. M. Berthier avait proposé de donner à cette substance le nom de M. Haidinger : mais, ce nom ayant été déjà assigné à une autre espèce, M. Haidinger lui a substitué celui de Berthiérite, que la plupart des minéralogistes ont adopté.

La berthiérite forme un filon dans le gneiss, au village de Chazelles, près de Clermont, en Auvergne. Elle y est accompagnée de pyrite, de quarz et de calcaire spathique. Elle peut être exploitée avec avantage pour l'extraction de l'antimoine. M. Berthier a proposé de fondre le minerai avec environ 30 p. 100 de fer et un peu de sulfate de soude mêlé de charbon.

On range à côté de la berthiérite deux autres minerais qui en sont très-voisins, mais dont les compositions cependant paraissent se rapporter à des formules différentes, ce qui pourrait faire croire à l'existence de trois sortes de doubles sulfures. L'un

de ces minerais, qui provient de la mine de Martouret, non loin de Chazelles, en Auvergne, est fibreux, d'un gris-bleuâtre, et ressemble à la stibine. M. Berthier lui a trouvé la composition suivante : antimoine, 61,34 ; fer, 9,85, et soufre, 28,81. L'autre s'est trouvé de même en France, à Anglar, département de la Creuse, et, d'après le même chimiste, il contient : antimoine, 58,65 ; fer, 12,17, et soufre, 29,18. Cette dernière composition se rapproche de celle d'une substance que M. Breithaupt a décrite sous le nom de Berthiérite, et qui vient de la mine *Neue Hoffnung Gottes*, à Bräunsdorf, en Saxe, qui a une texture fibreuse avec une teinte de bronze, et pèse spécifiquement 4,04. Elle contient un peu d'oxyde de manganèse, que démontre le traitement avec la soude sur la feuille de platine. Rammelsberg en a fait deux analyses, qui ont donné les résultats suivants :

	1.	2.
Antimoine	54,338	54,700
Fer	11,965	11,432
Zinc	traces	0,737
Manganèse	0,456	2,544
Soufre	30,575	31,326
	97,834	100,739

Si l'on en juge d'après ces résultats d'analyse, la substance de Martouret paraît répondre à la formule $\overset{III}{\bar{S}b}{}^{4}\overset{I}{Fe}{}^{3}$, et celles d'Anglar et de Braunsdorf à la formule $\overset{III}{\bar{S}b}\,\overset{I}{Fe}$.

2. *Boulangérite* (de Thaulow) ; *Plumbostib ; Embrithite ;* Breithaupt ; Schwefel antimonblei, Rammelsberg. Composition chimique : $\overset{I}{Pb}{}^{3}\overset{III}{\bar{S}b}$; ou, en poids : antimoine, 24,125 ; plomb, 57,780 ; soufre, 18,095. Système cristallin, inconnu. La boulangérite est une substance qui se présente en masses bacillaires ou en masses amorphes et imparfaitement fibreuses ou granulaires, d'un gris de plomb noirâtre ; d'une couleur plus foncée en poussière ; d'un faible éclat métallique. Un peu fragile. Dureté : = 3 ; densité : = 5,8.

Elle fond aisément au chalumeau, en couvrant le charbon d'un double dépôt d'oxyde d'antimoine et d'oxyde de plomb, pendant qu'une partie du plomb est réduite à l'état métallique. L'acide chlorhydrique la dissout à chaud, en donnant lieu à un dégagemennt de gaz hydrogène sulfuré.

Analyses de la Boulangérite.

	ANTIM°.	PLOMB.	SOUFRE.	FER.	CUIVRE.
1° De Molières, par Boulanger..	25,5	53,9	18,5	1,2	0,9
2° De Nasafield, par Thaulow..	24,60	55,57	18,86	»	»
3° De Nertschinsk, par Bromeis.	25,037	56,288	18,215	»	»
4° De Nertschinsk, par Brüel.. .	23,66	53,87	19,11	1,78	ARGENT. 0,05
5° D'Oberlahr, par Abendroth..	25,40	55,60	19,05	»	»
6° De Bottino, en Toscane, par Bechi.	26,08	53,15	17,99	ZINC. 1,41	CUIVRE. 1,24

La boulangérite est sujette à une altération, d'où résulte une efflorescence de diverses nuances, jaunes et brunes; elle est tantôt terreuse et mate, tantôt conchoïdale et cireuse dans sa cassure. Elle a été découverte en France, par M. Boulanger, à Molières, dans le département du Gard, où elle est accompagnée de quarz, de pyrite et de stibine. On l'a retrouvée depuis à Bottino, en Toscane; à Oberlahr, dans le comté de Sayn-Altenkirchen; à Nasafield, dans la Laponie suédoise, et à Nertschinsk, en Sibérie, où elle est associée à la stibine, à la pyrite et au misspickel.

M. Breithaupt a décrit, sous le nom de *Plumbostib* (*Journal d'Erdmann*, t. X, p. 442), un minéral qui paraît identique à la boulangérite, et qui se trouve pareillement à Nertschinsk, en Sibérie, dans la mine Algatschinski. Il est en masses d'un gris de plomb ou d'acier, tendres, fragiles, pesant spécifiquement 6,18; donnant dans le petit matras un peu de soufre, puis un sublimé rouge de sulfure d'arsenic. Il renferme, selon Plattner, une proportion de plomb de 58,8 pour cent. Bien qu'on n'en ait point encore d'analyse exacte, Berzélius voit dans ce minéral une simple variété de boulangérite, mélangée accidentellement d'une petite quantité d'arsenic.

L'*embrithite* du même auteur est probablement aussi de la même nature. C'est une substance grenue, d'un gris d'acier, qui renferme, selon Plattner, 53,5 de plomb, beaucoup d'anti-

moine, du soufre et quelques traces de cuivre et d'argent. Sa pesanteur spécifique est un peu plus forte que celle de la boulangérite (6,3). Elle se trouve dans le même lieu que la plumbostibe.

Une autre combinaison, qui paraît très-voisine de la boulangérite, a été trouvée à Kalvola, en Finlande. Suivant Elfring, qui en a fait une analyse, elle serait composée de plomb, 37,31; antimoine, 31,34; soufre, 23,76; fer et autres métaux, 5,44, et pourrait être représentée par la formule $\overset{III}{\text{Sb}}.\overset{I}{\text{Pb}}{}^{3/2}$, ce qui la rapprocherait de la jamesonite.

3. *Brongniardite* (Damour). M. Damour a nommé ainsi, en l'honneur de M. A. Brongniart, un minéral venant du Mexique, qui s'était offert à lui d'abord en masses amorphes, sans aucune trace de clivage, ni de cristallisation, ayant l'éclat métallique de la Bournonite, une poussière d'un noir grisâtre, une dureté supérieure à celle du calcaire, et une densité de 5,95. Chauffé sur le charbon, il décrépite, fond avec facilité, en répandant des vapeurs blanches et une odeur sulfureuse, et après un feu suffisamment prolongé, abandonne un globule d'argent, qu'entoure une auréole jaune d'oxyde de plomb. La moyenne de trois analyses, faites par M. Damour, lui a donné les résultats suivants :

		Rapports atomiques.
Soufre.	19,24	5
Antimoine. . .	29,77	2
Argent.	24,77	1
Plomb.	24,91	1
Cuivre.	0,62	
Fer.	0,26	
Zinc.	0,36	

Cette composition peut être représentée par la formule $(\overset{I}{\text{Pb}}\ \overset{I}{\text{Ag}})^2\ \overset{III}{\text{Sb}}$, qui est l'analogue de celle de la dufrénoysite ou scléroclase.

Plus tard, M. Damour a reçu un nouvel échantillon de Brongniardite, rapporté de la Bolivie, qui contenait dans ses cavités de petits cristaux, offrant le passage de l'octaèdre régulier au dodécaèdre rhomboïdal : ces cristaux représentent sans doute une espèce correspondante à celle qui accompagne la dufrénoysite dans la dolomie de la vallée de Binnen, et que M. Damour a proposé de nommer *binnite*. (*Voir* ci-dessus page 435.)

4. *Kobellite* (Setterberg). Minéral d'un gris de plomb, ressemblant à la stibine, et trouvé en masses à texture fibreuse et ra-

diée, dans la mine de cobalt de Hvena, dans la Néricie, en Suède. Son éclat est plus vif que celui du sulfure d'antimoine; sa poussière est noire. Sa densité = 6,3. Il fond sur le charbon, en couvrant celui-ci d'un dépôt blanc et jaune, et en abandonnant un globule métallique de couleur blanche. Il est composé, d'après l'analyse qu'en a faite Setterberg, de 23,18 de sulfure de bismuth; 12,70 de sulfure d'antimoine; 46,36 de sulfure de plomb; et 4,72 de protosulfure de fer; cette composition peut être représentée par la formule $(\overset{\prime}{Pb}, \overset{\prime}{Fe})^{8} (\overset{\prime\prime\prime}{\bar{Bi}}, \overset{\prime\prime\prime}{\bar{Sb}})$.

5. *Wismuthsilbererz;* ou *Wismuthbleierz.* Argent bismuthique; bismuth sulfuré plumbo-argentifère, Lévy. Substance métallique, d'un gris de plomb ou d'un blanc d'étain, qui se présente généralement en masses amorphes, et, plus rarement en petites aiguilles cristallines, implantées sur du quarz ou de la fluorine. Elle accompagne le cuivre pyriteux dans la mine Friedrich Christian, à Schapbach dans le pays de Bade, et dans le schiste cuivreux du Mansfeld et de la Thuringe. Elle fond aisément au chalumeau et donne un bouton d'argent. Klaproth en a retiré par l'analyse :

		Rapports atomiques.
Soufre	16,3	8
Bismuth	27,0	2
Plomb	33,0	5
Argent	15,0	
Cuivre	0,9	
Fer	4,3	

On voit que cette composition conduit à la formule $(\overset{\prime}{Pb}, \overset{\prime}{Ag})^{8} \overset{\prime\prime\prime}{\bar{Bi}}$.

Un autre argent bismuthique, de la mine San Antonio, près de Copiapo, au Chili, a donné à Domeyko les proportions suivantes : bismuth 10,1; arsenic 2,8; aspect 60,1; cuivre 7,8; gangue 19,2. C'est peut-être un bismuthiure simple d'argent, qui prendra place un jour à côté des antimoniures et arséniures simples (*voir* la note au bas de la page 37), quand sa cristallisation sera mieux connue; elle possède des clivages assez nets, et paraît devoir se rapporter au système cubique ou rhomboédrique.

FIN DU TOME SECOND.

TABLE DES MATIÈRES

DU SECOND VOLUME.

LIVRE TROISIÈME.

CLASSIFICATION DES MINÉRAUX.

LIVRE QUATRIÈME.

DE LA MANIÈRE D'ÊTRE DES MINÉRAUX A LA SURFACE ET DANS L'INTÉRIEUR DE LA TERRE ; DE LEURS ASSOCIATIONS DIVERSES, ET DE LEURS DIFFÉRENTS MODES DE FORMATION.

Histoire naturelle des espèces du règne inorganique.

Ier SOUS-RÈGNE.

SUBSTANCES ATMOSPHÉRIQUES.

IIe SOUS-RÈGNE.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

DU TOME SECOND.

